UNIVERSAL LIBRARY

تألیف:

ریموند. ف. ییتس

آزمایشهای اتمی

برای همه

مقدمه:

بقلم استاد دکتر محمود حسابی

ترجمه‌ی

ناصر ماهوتیان

ناشر

کتابخانه طهوری

طهران. خیابان شاه آباد

باهمکاری مؤسسهٔ انتشارات فرانکلین
تهران ــ نیویورک

This is an authorized translation of

ATOMIC EXPERIMENTS FOR BOYS

by Raymond F. Yates.

آزمایشهای اتمی

برای همه

تالیف.

ریموند. ف. ییتس

ترجمه‌ی

ناصر ماهوتیان



شرکت چاپخانه فردوسی

برای اطلاع خوانندگان

مؤلف با نهایت میل باطلاع کلیه‌ی خوانندگان عزیز میرساند که که در کار تألیف این کتاب خود در امرهون کمک‌های آقای جرج. ل. گلاشی، که رئیس بخش خدمات آموزشی کمیسیون انرژی اتمی در شهر واشینگتون است، میداند.

مقدمه

بقلم جناب آقای دکتر محمود حسابی
استاد دانشمند و رئیس محترم دانشکده‌ی علوم

امروز ترجمه یا تألیف کتب علمی، فنی وادبی صحیح در ایران کاری دشوار است زیرا مترجم یا مؤلف باید، نه فقط با صرف وقت، بلکه احیاناً با بذل مال وارد میدان عمل شود از اینرو که متأسفانه عادت بمطالعه، و بخصوص مطالعات علمی، هنوز آنچنانکه باید پیدا نشده است.

ولی باید دید چه کسی، خارج از محیط مدرسه، مسئول ترفیع سطح فرهنگ عمومی است. این وظیفه‌ی خطیر از سوئی بر عهده‌ی مؤلفین و مترجمین است و از سوی دیگر بر عهده‌ی ناشرین. تنها مردم تحصیل کرده‌ی یك کشورند که باید در ارتقاء سطح دانش عمومی کشور خود بکوشند و این مطلوب جز با صرف همت وجدیت بدست نمیآید. اگر اشخاص بااستعداد واهل فن دست بتالیف و ترجمه‌ی کتبی ببرند که بتدریج مردم را بامفاهیم ساده‌ی علمی آشنا سازد و آنان را از آنچه در دنیای متحول امروزی میگذرد تا حدی بیاگاهاند ولزوم همگامی وهم آهنگی باکاروان تندروی تمدن را برهمه محسوس سازد، دیری نخواهد گذشت که مطالعات علمی منظم آغاز خواهد شد و کشور ما نیز در پیشرفت علمی جهان شریك خواهد گردید، و استقبال جوانان کشور بخواندن کتب علمی و تحقیق و تجسس، بهترین پاداش

کسانی خواهد بود که دراین راه کوشیده و دررستاخیز علمی این کشور سهیم میباشند.

یکی از جوانانیکه دراین راه گامی برداشته آقای ناصر ماهوتیان است که بسال ۱۳۲۴، بارتبه‌ی شاگرد اولی، و دریافت مدال علمی درجه‌ی یك، رشته فیزیك وشیمی دانشکده‌ی علوم تهرانرا بپایان رسانیده وهمواره ازحیث کارهای علمی وعملی و کوشش در مطالعه و کسب اطلاعات علمی تازه مورد نظر وتوجه بوده است. مشارالیه پس ازپایان دوره‌ی دانشکده و آغاز کار آموزشی دست ازمطالعه نکشیده وهمیشه یکی ازبهترین دبیران فیزیك وشیمی بوده ودرمدارس تهران بتعلیم وتربیت دانش آموزان اشتغال داشته است. وی بسال ۱۳۳۱ بدعوت دولت امریکا برای مطالعه بآن کشور مسافرت و مطالعات خودرا دررشته‌ی فیزیك وتعلیم و تربیت دنبال کرده‌است، واینك که دست بترجمه‌ی این کتاب سودمند برده خوشبختانه با طرزی نوین و جالب توجه آنرا بپایان رسانیده وباافزودن حواشی و لغت نامه‌ای باین کتاب آنرابرای خوانندگان آسان وشیرین ساخته‌است.

زحمتی که مترجم دراینکار کشیده شایان تقدیر است و جای آن دارد که اشخاص تحصیل کرده ودانش دوست نیز باین رویه‌ی مطلوب تأسی جویند و گامی درراه خدمت فرهنگی بجامعه بردارند.

تهران ـ دوم مهر ۱۳۳۴

دکتر محمود حسابی

مقدمه و توضیح مترجم

روزگاری مسائل و مطالب مربوط به اتم جزء قسمتهای نظری علم فیزیك بشمار میرفت و بحث در این مسائل بندرت از چهاردیواری محاسبات و معادلات ریاضی تجاوز میکرد و اگر احیانا و ندرتا وسائلی برای تجربه اختراع میشد از این آزمایشها نتیجه‌ای جز نقض یا تأیید نظریه‌ای که قبلا اعلام شده بود گرفته نمیشد. فیزیك اتمی ناحیه‌ی کوچکی از قلمرو پهناور علم فیزیك و شیمی را اشغال میکرد و بمخیله‌ی هیچکس، حتی علمائیکه در اتم کارمیکردند، خطور نمیکرد که کوچکترین مورد استعمال عملی وصنعتی برای این نظریات علمی وریاضی پیدا شود، تا چه رسد به آنکه روزی انرژی اتمی چنان برجهان حکمفرمائی کند که دول نیرومند شرط موجودیت خود را در تکمیل طرق استفاده از انرژی اتمی، در زمان صلح وجنك، بدانند و باتمام قوا در این مسابقات اتمی شرکت جویند.

امروز در کشورهای بزرك جهان کارگاهها، کارخانه‌ها، آزمایشگاهها و مؤسسات پژوهشی دولتی وملی بزرك بمنظور استفاده از انرژی اتمی در زمان صلح و برای تامین بهداشت و رفاه بشر دائر گردیده و از نتایج این کوشش‌ها تاکنون در کشاورزی، پزشکی وتهیه انرژی الکتریکی استفاده‌های غیر منتظری شده‌است که اندکی از آن در این کتاب مورد مطالعه قرار میگیرد. تازه، تمام اینها هنوز از نتایج سحر است و باید منتظر صبح دولت اتم باشیم.

در این کتاب، مولف سعی کرده مطالب علمی را بساده‌ترین وجه ممکن، و بدون بکار بردن اصطلاحات ولغات مشکل علمی، بطوری بیان کند که برای همه، از دانش آموز دبیرستان تا دانشجوی دانشگاه و از پیر گرفته تا جوان، قابل استفاده باشد وضمنا جنبه‌ی سندیت وصحت خود را از دست ندهد و بصورت بعضی آثار مبتذل که گاهی دیده شده در نیاید. ولی باید متاسفانه اعتراف کرد که سطح فرهنگ عمومی بویژه از حیث دانستنی‌های علمی در کشور کهن‌سال مافوق العاده پائین‌تر از امریکا واروپا است و کتابی که برای افراد معمولی امریکائی سهل‌الهضم است ممکنست برای خواننده‌ی غیر متخصص وغیر فنی ایرانی ثقیل جلوه کند. لهذا مترجم به پیروی از نظر مولف درمتن کتاب هر کجا بلغتی که معنی مخصوصی در علوم دارد بر خورد کرده بلافاصله آنرا بصورت پاورقی توضیح داده و بعلاوه در تشریح و بیان نکات مهم بقدری کوشیده که تعداد توضیحات پاورقی (که باستثنای یک مورد بقیه تماما از مترجم است) بحدود یکصدوهفتاد بالغ شده است.

و نیز بمنظور تکمیل این نظر، در پایان کتاب بدرج فهرستی از لغات علمی، که بکاررفته، باتوضیح معنی آنها اقدام شده است. این فهرست اکثراً شامل لغاتی است که شرح آنها در پاورقی مقدور نبوده است.

درخاتمه امیدواراست با ترجمه‌ی این کتاب، با این سبک مخصوص بخود، توانسته باشد اطلاعات ضروری فوق‌العاده ساده واولیه‌ای را درباره‌ی الفبای اتم شناسی وانرژی اتمی، که قافله‌سالار تمدن و بشریت درعصر متحول ماست، دراختیارخوانندگان عزیز بگذارد.

ناصر ماهوتیان

تهران - شهریور ماه ۱۳۳۴

فصل اول

یک دنیای مثبت و منفی

ما درمیان دریائی ازالکتریسیته زندگی میکنیم که قسمتی از آن بحال حرکت وقسمتی از آن بحال سکون است . الکتریسیته‌ی در حال حرکت‌را «جریان الکتریسیته» یابرق مینامند مانندالکتریسیته‌ی جاری ازدرون سیمها ، قرقره‌ها ، تلفن‌ها و یا لامپهای الکتریکی .

وقتی که الکتریسیته بی حرکت است «الکتریسیته‌ی ساکن» نامیده میشود و جسمی را که الکتریسیته‌ی ساکن دارد گویند دارای «بارالکتریکی» است .

بهرحال ، الکتریسیته جاری‌یاساکن از اجتماع ذراتی ساخته شده بنام‌الکترون که کوچکترین ذره در جهان است . میتوان گفت که الکترون یك ذره الکتریکی خالص‌است تعدادی از همین ذرات، یعنی از این‌الکترونها، از جمله‌ی ذراتی هستند که اتمهای ماده را میسازند و بنا بر این همیشه توی ماده اسیرند . عده‌ی دیگری از الکترونهای سرگردان ، یعنی الکترونهای آزاد ، جریان‌الکتریسیته را ، که‌اینهمه بنوع بشرخدمت‌میکند، بوجود میآورند . ازیك‌موتوریاازیك لامپ الکتریکی درهرثانیه تعداد بیشماری ازاین‌ذرات باید بگذرد تا کار کند . وقتی الکترونها باسرعت‌ازسیم‌ها عبور میکنند گوئیم اختلاف‌سطح الکتریکی

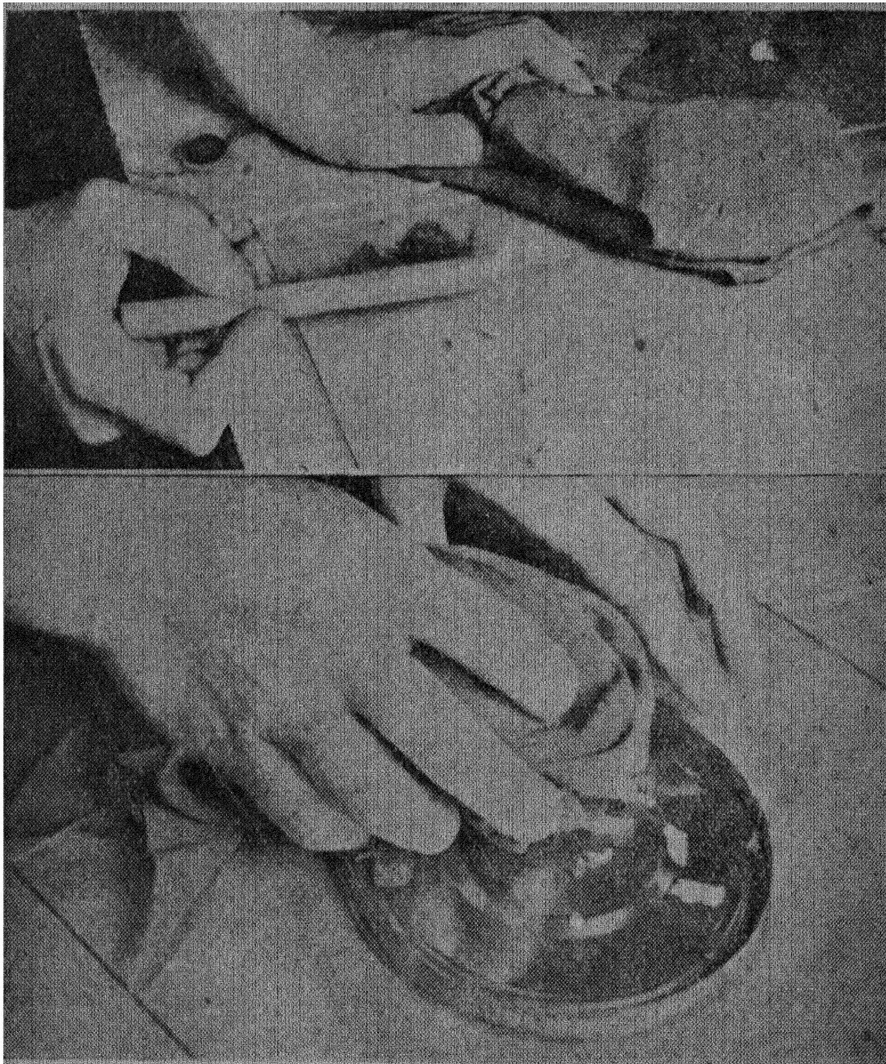
(ولتاژ) زیاداست وهرچه عده‌ی‌الکترونهائیکه درهر ثانیه ازیك نقطه‌ی معین‌عبور میکنند زیادتر باشد شدت‌جریانی (آمپراژ) که درست‌میشود بیشتراست . الکترون خودیك‌ذره‌ی الکتریسیته‌ی منفی‌است .

اگربخواهیم باتمها وانرژی اتمی پی ببریم باید در آزمایشگاه منزلمان درباره‌ی بارهای الکتریکی بتحقیق بپردازیم. خوشبختانه بسیاری ازآزمایش‌های جالب و آموزنده را میتوان باوسائلی انجام‌داد که دریك چشم بهمزدن ساخته‌میشوند .

پیش از اینکـه بساختن وسائل آزمایش شروع کنیم، بیائیم با الکتریسیته‌ی‌ساکن که بآسانی میتوانیم تولیدکنیم چنـد آزمایش بعمل آوریم . برای‌اولین آزمایش قطعات کوچکی از کاغذ خشك بقدر نصف تبرهای‌پستی‌میبریم . سپس یك‌صفحه گرامافون کائوچوئی یاپلاستیکی(۱) را محکم با یك قطعه پارچه ابریشمی خشك یاپشمی مالش‌میدهیم . بعد صفحه گرامافون‌را به‌تکه‌های کاغذنزدیك کرده ملاحظه‌میکنیم که‌تکه‌های کاغذ بطرف‌صفحه کشید شده‌بسطح آن میچسبند، مثل آنکه‌باچسب آنها رابصفحه‌چسبانیده باشند.

درآزمایش دیگر (شکل ۱ را ملاحظه کنید) یك قطعه شیشه‌ی خشك وتمیزرا بالای تکه‌های کاغذی که روی یك‌قوطی حلبی قراردارند نگاه میداریم . وقتی سطح‌شیشه را بایك قطعه پارچه پشمی یا ابریشمی مالش دهیم قطعات کاغذ علی‌رغم نیروی‌ثقل بطرف‌بالا پروازکرده بسطح تحتانی شیشه میچسبند

۱ـ باشانه ، باقلم خودنویس ویاباجسامی ازجنس آنها نیزمیتوان همین آزمایش‌را بعمل آورد . مترجم



شکل۱ - (بالا) هرگاه قطعه‌ای‌ازلاك پستی‌را باپارچه‌ی پشمی یاابریشمی خشك‌مالش‌دهیم‌دارای‌بارالکتریکی‌شده‌وقطعات کوچك کاغذرا بخودمیکشد.

(پائین) قطعات کوچك کاغذ را توی دریك قوطی حلبی ریخته و قطعه‌ی شیشه‌ایرا که ازدر قوطی مزبور بزرگتر باشد روی آن میگذاریم بطوری که دیواره‌ی درقوطی مانع تماس ذرات کاغذ باشیشه بشود. حال اگر سطح فوقانی شیشه‌را باپارچه‌ی پشمی یاابریشمی خشك مالش دهیم ذرات کاغذ بطرف بالا پریده بسطح تحتانی‌شیشه میچسبند.

شکل۲ بطور کامل جزئیات ساختمان دستگاه ساده ایرانشان میدهد که میتوان آنرا باوسائل ساده و بآسانی تهیه کرد . این دستگاه که میتواند وجود بارهای الکتریکی را آشکارسازد الکتریسیته نما (الکترو سکپ) نامیده میشود وداخل یك شیشه مربائی (۲) کوچك قرار دارد . سیمی که درون شیشه مربائی واردشده وبانتهای آن دوورقه‌ی نازك فلزی چسبیده درمحل عبور ازدر فلزی شیشه باید کاملا از عایق پوشیده شده باشد (از لحاظ الکتریکی) وعایق کردن این قسمت که خیلی اهمیت دارد بوسیله‌ی گوگرد گداخته یالاك (که برای لاك ومهر مصرف میشود) انجام میگیرد .

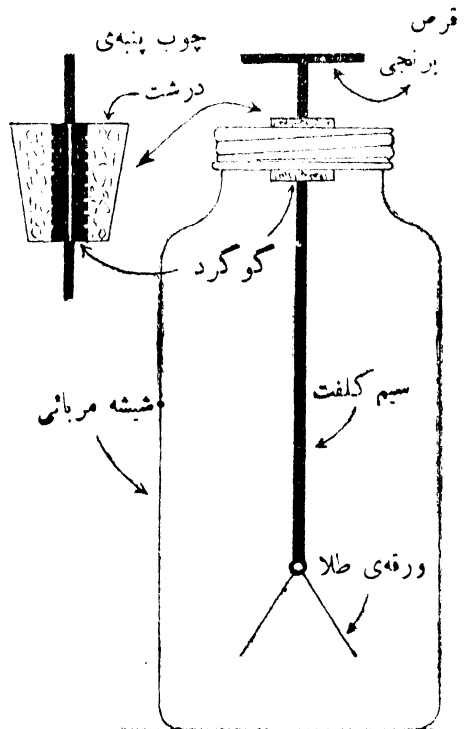
ورقه های طلائی که بمصرف اعلان نویسی روی شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها میرسد (۳) برای ساختن ورقه های فلزی الکتریسیته نما بسیار خوب است ولی نصب آن دردستگاه قدری مشکل است و بهتر است الکتریسیته نمارا پیش یکی ازاعلان نویسها که اعلان طلائی برای شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها درست میکنند ببریم تاورقه‌های طلارا درآن نصب کنند .

بجای طلا ممکن است از ورقه‌ی فلزی که برای پیچیدن آدامس مصرف میشود استفاده کرد این فلز از ورقه‌ی طلا بسیار سنگین‌تر و لهذا

۲ـ مؤلف دراین‌مورد شیشه جای Peanut—butter رانام‌برده. چون . این‌خوراکی درایران‌مصرف وشناخته‌نشده برای رسانیدن مقصود بجای کلمه مزبور ، شیشه مربائی گذاشته‌شد . مترجم

۳ـ درامریکا برای نوشتن‌اعلان روی‌شیشه‌ی پنجره‌ی‌مغازه‌ها گاهی بجای رنك ازورقه‌های طلائی بسیارنازکی استفاده میکنند واین ورقه‌ها راکه بشکل نواری میباشد با وسائل مخصوصی بشکل حروف و کلمات مختلف روی شیشه میچسبانند و چون ورقه‌ی طلائی که مصرف میشود بی‌اندازه نازك است این‌اعلانات گران‌هم تمام نمیشود . مترجم

حساسیتش کمتر است . اگر یك قطعه از آنرا چند دقیقه در الکل معمولی بخیسانیم کاغذیکه بفلز چسبیده از آن جدا شده وفلزرا میتوان مطابق شکل بانتهای سیم وصل کرد . (٤)



شکل ۲ـ قسمتهای مختلف یکدستگاه الکتریسیته نمای ساده که میتوان آنرا بادست درخانه‌ساخت و با آن آزمایش‌های بسیاری در باره‌ی الکتریسیته دادن باجسام بعمل آورد

٤ـ این فلز قلع است . مامیکن است ازورقه‌ی قلع که درجعبه های چای یا دربعضی از جعبه های سیگار یا برای پیچیدن شکلات مصرف میشود استفاده کنیم . در این صورت ابتدا بوسیله‌ی ناخن کشیدن چین و چروك ورقه‌ی قلعی را صاف و آنرا نازك میکنیم و بعد باریکه‌ای از آن میبریم ودرالکتریسیته نما مصرف مینمائیم . برای ساختن سایر قسمتهای ←

برای آنکه الکتریسیته نما آماده کارشود باید آنرا بملایمت حرارت داد تا تمام ذرات رطوبت ازسطوح آن زایل گردد و الا آزمایشهای ما درست در نمی آید.

حتی دریکروز بارانی ومرطوب حساسیت آزمایش های‌ما ممکن است خیلی کمتر بشود.

برای بار کردن‌الکتریسیته نما (یعنی وارد کردن الکتریسیته در الکتریسیته نما.) موهایمانرا چند بار با شانه خشکی شانه میزنیم وبعدشانه را بسر الکتریسیته نمامیچسبانیم. فورا ورقه‌های داخل آن از هم دور شده وبهمان حال باقی میمانند ومعلوم میشودکه ورقه‌ها دارای یك بار الکتریکی شده‌اند اگردستگاهرا بحال خود واگذاریم ورقه‌های بتدریج بحال اول خود برمیگردند وطول مدت این برگشت بسته به شرائط هوای محیط وغیره است. درالکتریسیته نماهای آزمایشگاهی(٥)

دستگاه نیز میتوان بدین ترتیب عمل کرد: یك شیشه‌ی دهان گشاد را اختیار کرده باچوب پنبه در آن‌را میبندیم. بعد میخ بلندی را ازوسط چوب‌پنبه عبور میدهیم تا نوك آن تقریباً میان‌شیشه برسد. بعدورقه‌های قلع‌را یا بوسیله‌ی لحیم کردن یا بوسیله‌ی نخ‌بستن بنوك میخ میبندیم. ته شیشه‌هم قدری آهك‌زنده میریزیم تابخار آب‌را جذب کند سپس در شیشه را محکم میکنیم و برای اطمینان بیشتر اطراف چوب پنبه را لاك آب کرده یا شمع آب کرده میریزیم. باین ترتیب بدون خرج و بسادگی دارای یکدستگاه الکتریسیته نما میشویم. این دستگاه شبیه بشکل (۲) میشود. مترجم

٥ ـ Professional Electroscopes یا الکتریسیته نما های «حرفه‌ای» یا بلفظ بهتر الکتریسته نما های آزمایشگاهی آنهائی هستند که درآزمایشگاهها بمنظور تفحصات‌علمی مورد استفاده قرار میگیرند. بهمین‌دلیل اینهاکاملتر و بمراتب دقیقتر از الکتریسیته نماهای دست ساز است که‌شرح آن گذشت. مترجم

ممکن است بار الکتریکی ورقه‌ها ساعتها باقی بماند. ما بآسانی میتوانیم شرائطی بوجود آوریم که در آن شرائط اوراق فلزی درون شیشه بار الکتریکی خود را زود از دست داده و با سرعت زیاد بجای اول خود بر گردند. مثلا اگر شعله‌ی شمعی را بفاصله تقریباً یك اینچ(۶) ازسر الکتریسته نما نگاهداریم ورقه‌ها بسرعت بهم نزدیك میشوند.

همچنین اگر الکتریسیته نما را نزدیك اشعه ایکس یا نزدیك قطعه‌ای از یك جسم رادیو آکتیو(۷) بگذاریم بار الکتریکی آن بزودی ازبین میرود. سرعت نزدیك شدن ورقه های الکتریسیته نما بهم نسبت مستقیم دارد با قدرت اشعه ایکس یا با قدرت جسم رادیو آکتیو. مثلا اگرجسم رادیو آکتیوی بفاصله زیادی ازیك الکتریسیته نما واقع شده باشد ومعهذا اوراق فلزی الکتریسیته نما با سرعت زیاد بهم نزدیك شده و بچسبند معلوم میشود که جسم رادیو آکتیو مزبور بسیار قوی است و خاصیت رادیو آکتیویته‌اش (یعنی خاصیت پخش اشعه ایکس و ذرات الکتریکی مثبت ومنفی) بحدخطرناکی رسیده است و بهمین جهت الکتریسیته نما در کاوشهای اتمی و نیز در ساختن مواد اتمی موارد استعمال زیاد دارد.

درحقیقت کار شعله‌ی شمع واشعه‌ایکس و ماده‌ی رادیو آکتیو در آزمایشهای بالا اینستکه هوای اطراف سر الکتریسیته نما را

۶ــ برابر است با ۲٫۵۴ سانتی‌متر. مترجم

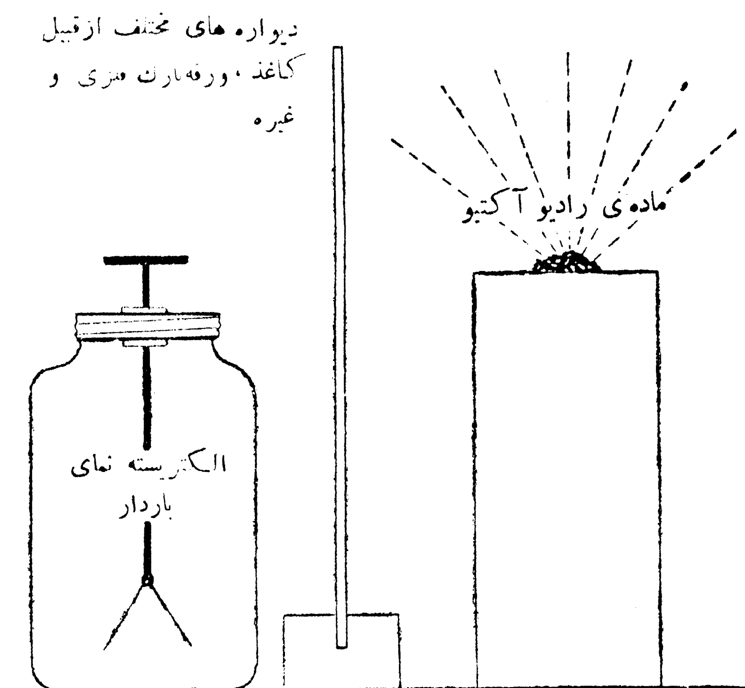
۷ــ اجسام رادیو آکتیو اجسامی هستند که خودبخود و دائماً تولید اشعه‌ایکس وذرات الکتریکی مثبت‌ومنفی میکنندمانند رادیوم وترکیبات آن. مترجم.

هادی میکنند و در نتیجه برای بارهای الکتریکی ورقه‌های داخل الکتریسیته نما راه گریز بخارج پیدا میشود .

بوسیله‌ی این الکتریسیته نما ، یا اگر بخواهیم آزمایش بطرز بهتری انجام شود ، بوسیله‌ی الکتریسیته نمای آزمایشگاهی که در آخر این فصل شرح داده شده، میتوان برخی ازجالب‌ترین آزمایشها را در باره‌ی مواد رادیو آکتیو ملایم انجام داد . مثلا خواهیم دید که تابش حاصل (ذرات واشعه‌ی خارج شده) ازموادرادیو آکتیو قدرت عبورازموادمختلفه‌رادارد و میزان این قدرت بسته است بشدت یا قدرت تابش‌مزبور، بنوع آن و به جنس وضخامت‌ماده‌ای که‌تابش‌ها از آن عبور میکنند .

آزمایشی که درشکل۳ نمایش داده‌شده‌مطالب فوق‌رانشان‌میدهد. برای آزمایش‌ابتدا الکتریسیته نمارا بار کرده(۸) سپس ماده‌ی‌رادیو آکتیو یا شمع روشن را نزدیك آن میگذارند و یك دیواره نیز بین آن و الکتریسیته نماقرار میدهند . در مورد آزمایش با شمع اگر دیواره‌ی مزبور حتی یك قطعه مقوا هم باشد خاصیت شعله که عبارت از تخلیه‌ی الکتریکی الکتریسیته نما است بآسانی ازبین میرود زیرا در اینجا عامل مؤثر حرارت است‌و دیواره مانع سرایت‌حرارت‌به الکتریسیته نمامیگردد در موردآزمایش با مواد رادیو آکتیو ملاحظه میشود که ورقه مقوائی مزبور اثر کمتری داردیعنی اشعه‌وذراتی که از جسم رادیو آکتیو بیرون

۸- در آزمایشهای رادیو آکتیویته واشعه‌ایکس واغلب‌آزمایشهای اتمی قبلاالکتریسیته‌نمارا بار میکنند و بعد سرعت تخلیه آنرا در اثر مواد رادیو آکتیو ویااشعه ایکس مورد آزمایش تعیین میکنند وازآنجا پی بقدرت آنها میبرند . مترجم



شکل ۳- الکتریسیته نماهای بارشده دراثر هادی شدن هوای اطراف خالی میشوند واین عمل، یعنی هادی شدن هوا، بوسیله ی یك جسم رادیو آکتیو انجام میگیرد. سرعت تخلیه ی الکتریسیته نما دراثر تابش جسم رادیو آکتیو بستگی دارد بقدرت رادیو آکتیویته ی جسم مزبور و بجنس وضخامت دیواره ای که بین آن والکتریسیته نما گذاشته شده است. مثلا ورقه ی نازك کاغذ در متوقف ساختن تابش جسم رادیو آکتیو اثر بسیار کمی دارد وحال آنکه یك صفحه ی نازك سربی مانع بزرگی بشمار میآید

میآیند خیلی آسان از آن میگذرند. یك قطعه شیشه بیشتر مانـع عبور آنها میشود ولی نمیتواند بطور کامل آنها را متوقف سازد وحـال آنکـه یك صفحه ی سربی کاملا مانع عبور پرتوها میشود مگر آنکه ماده رادیو- آکتیو آنقدر قوی باشد که بحدخطرناکی برسد.

هیچ دانش پژوه جوانی نمیتواند نظریه ی جدید ماده وانرژی اتمی

را درك كند مگـر آنكـه مطـالبی در باره‌ی بار الكتریكی بداند. بار الكتریكی مانند «سریشمی» است كه ماده را چسبیده بهم و استوار نگاه میدارد. شاید ما كلمات منفی ومثبت را شنیده باشیم اما باید دید این كلمات چه معنائی دارند. دانش آموزی كه میخواهد مبانی انرژی اتمی را درك كند شایسته است كه توجه او محدود و منحصر بموضوع بارهای الكتریكی باشد.

پایه‌ی تمام پدیده‌های الكتریكی والكترونی براین امر استواراست كه ماده واجد یكی از سه حالت الكتریكی است یعنی چیزهائی كه ما را احاطه كرده ازلحاظ الكتریكی یا خنثی هستندویا حامل بار مثبت ویا منفی میباشند. ایـن سه حالت در جنگل‌ها، درهوا، درزیرزمین،در گرما ودرسرما وبالاخره درهمه جا وجوددارد.

بعضی از این بارها بقدری ناچیز است كـه تشخیص آن حتی بـا دقیق‌ترین اسبابها غیرممكن‌است. بعضی دیگر مانند بارهای موجود در طبقات‌عالیه‌ی‌جو بقدری‌مترا كم است كه‌تخلیه‌ی الكتریكی همراه‌باانفجار وبطور ناگهانی در طول دویا سه میل (۹) انجام میگیرد. این گونـه تخلیه‌های‌الكتریكی را «برق‌زدن» میگوئیم.

اگر چشمان ما نسبت بآثار الكتریكـی حساس بـود میتوانستیم بسیاری ازچیزهای جالب توجه‌وغیرمنتظر را ببینیم. اغلب چیزهائی كه‌با آنها سرو كارداریم دائماً یك حالت الكتریكی كم و بیش متغیری دارند بهمین جهت گاهی دارای بار مثبت و گاهی منفی میشوند؛ روشن كردن

۹ـ میل برابر ۱٫۶ كیلومتر است. مترجم

یك کبریت ، بریدن یك تکه‌ی کاغذ ، پاك کردن مبل ومیز وصندلی ،راه رفتن روی فرش وحتی نفس کشیدن نیز بنحوی دربارهای الکتریکی که بلافاصله در اطراف ماقرار دارند تغییر جزئی میدهد .وضع الکتریسته‌در جهان دائماً در تغییر است بدین معنی که یك محل را ترك میکند و در محل دیگرجمع میشود. چنانکه گفتیم چیزهائی که نزدیك یا دوراز ما قرار دارند، یعنی بالاخره تمام اجسام عالم از لحاظ الکتریکی یا خنثی هستندیا بار الکتریکی مثبت ویا بار منفی دارند . معهذا حالت الکتریکی هیچیك ازاجسام (باستثنای ذرات اتمی(۱۰)) اعم ازاینکه خنثی ،مثبت ویا منفی باشند ثابت و پایدار نیست یعنی جسمیکه‌دریك لحظه خنثی است ممکن است درلحظه‌ی بعد ازلحاظ الکتریکی مثبت یا منفی باشدوجسمی که فعلا دارای بار الکتریکی مثبت است ممکن است ، درشرائط خاصی، درمدت یك‌ده‌هزارم‌ثانیه منفی بشود. پس دراین حالات الکتریکی بندرت دوام وثباتی پدید میآید و غالباً باید دقیق‌ترین احتیاطات معمول گردد تاجسمی که دارای بار الکتریکی است طوری از محیط خارج بوسیله‌ی عایق جدا شود که بارالکتریکی آن ثابت بماند .

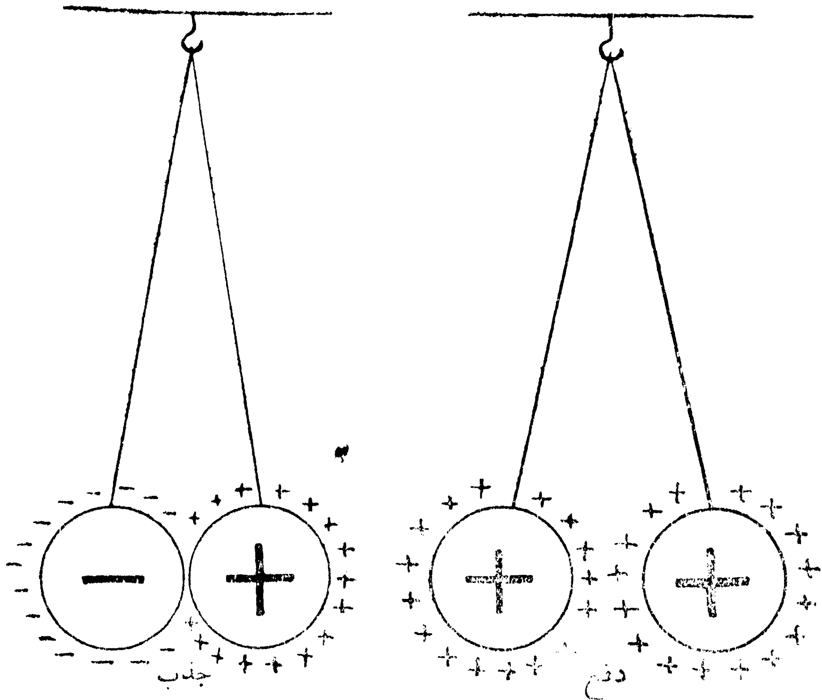
دانستن اثر و رفتار این بارهای مثبت و منفی نسبت بیکدیگر مهم‌است‌زیرانظریه‌ی‌الکتریکی‌واتمی‌مابیشتر بر این‌پایه استوارشده‌است. خوشبختانه اثراین‌بارهابریکدیگر تا اندازه‌ای ساده است بطوری که‌عمل بارهای مثبت ومنفی را در شرائط معینی همیشه میتوان پیشگوئی کرد . وقتی‌دوجسم راکه دارای بارالکتریکی‌منفی‌اند بهم نزدیك کنیم‌یکدیگر

۱۰ـ مقصودالکترون‌ها ، پروتن‌ها و نوترون‌ها است . مترجم

را دفع میکنند. همین امردر بارهٔ دوجسمی هم که دارای بارالکتریکی مثبت باشنداتفاق میافتد. پس بدین ترتیب ما میتوانیم قاعدهٔ ثابتی بدست دهیم وبگوئیم که: **بارهای الکتریکی مشابه یکدیگر رادفع میکنند.** این قاعده در بارهٔ بارهای الکتریکی غیر مشابه صادق نیست زیرا **بارهای الکتریکی غیر مشابه یکدیگر را جذب میکنند.** این دوقاعده را باید دقیقاً بخاطر بسپاریم والا باید دست از ادامهٔ مطالعه در بارهٔ اتمها بشوئیم زیرا بدون توجه باین دومفهوم اساسی بسیاری از چیزهائی که بعدا باید بیاموزیم غیرقابل فهم خواهد شد.

با آزمایش سادهای که در شکل ٤ نشان داده شده میتوان دلائل ومدارك بیشتری دربارهٔ جنس ووضع بارهای الکتریکی بدست آورد. دراینشکل می‌بینیم دوتوپ پینگ پونك که از ورقه بسیار نازك طلائی(۱۱) پوشیده‌شده بوسیله‌سیم نازکی آویخته‌شده‌اند. این توپهامعمولا ازنظر الکتریکی خنثی‌هستند ودرنتیجه بحال‌سکون و در حال تماس با هم باقی‌میمانند. حال اگر بهردوتوپ بارالکتریکی‌مثبت یامنفی بدهیم از یکدیگر دورمیشوند. ولی‌اگر بیکی‌بار مثبت وبدیگری بار منفی بدهیم یکدیگررا بشدت جذب میکنند.

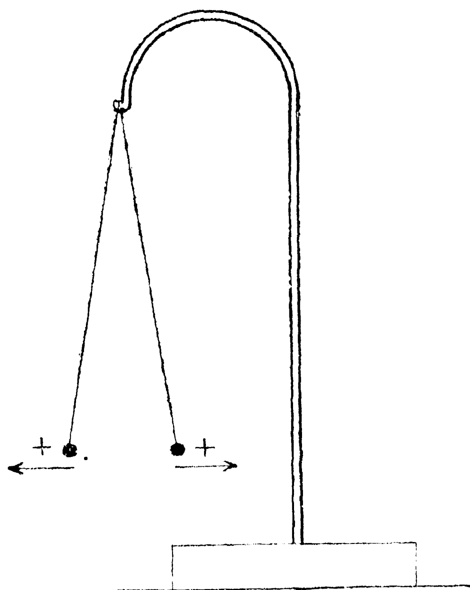
۱۱ـ منظور همان ورقه‌های طلائی است که برای اعلان نویسی مصرف میشود وقبلا شرح دادیم. ما که دسترسی بورقه های طلائی نداریم ممکن است توپ‌را ابتدا بچسب آغشته کرده وبعدروی آن گرد بسیارنرم ذغال قرع بپاشیم. ذغال قرع همان میله های ذغالی وسط قوه چراغ است. خلاصه منظور اینست که این توپها هادی بشوند وضمناً سنگین‌هم نشوند. مترجم



شکل ۴- توپهای پینگ پونگ که بایک روکش طلائی بسیار نازك پوشیده شده و بمفتول‌های بسیار نازکی آویزان شده باشند خاصیت جذب ودفع الکتریکی را نشان خواهند داد . برای بار کردن توپها بطریقی که درمتن کتاب مندرج است عمل میکنیم.

اکنون علت جداشدن ورقه‌های الکتریسیته‌نما دراثر بار الکتریکی بآسانی فهمیده میشود باین‌ترتیب که دراین دستگاه یك‌ورقه‌ی‌نازك فلزی داریم که حامل‌یکنوع بار الکتریکی‌است (ممکن است + یا - باشد) این ورقه تاخورده و تبدیل بدو ورقـه میشود که همان دو ورق فلزی الکتریسیته‌نمامیباشد . (ممکن‌است ازاول‌دو ورقه‌ی جداگانه گرفت)این دوورق ازیکطرف بهم‌چسبیده وماَبقی قسمتهای‌هردوورقه آزادومتحرك است لهذا پس‌از دریافت یکنوع بارالکتریکی ازیکدیگر دورمیشوند.

یك الکتریسیته نمای عملی‌تر و آزمایشگاهی درشکل ٦ نشان‌داده شده . این اسباب با اینکه ازمواد ساده وارزان تهیه وخیلی‌هم ساده‌ساخته شده طوری‌است که میتوان میزان بهم‌نزدیك شدن ورقه‌های دستگاهرا اندازه گرفت وچنانکه بعداً خواهیم دید ازاین‌اندازه گیری میزان قدرت رادیواکتیویته‌ی ماده‌ی‌مورد آزمایش بدست‌میآید .



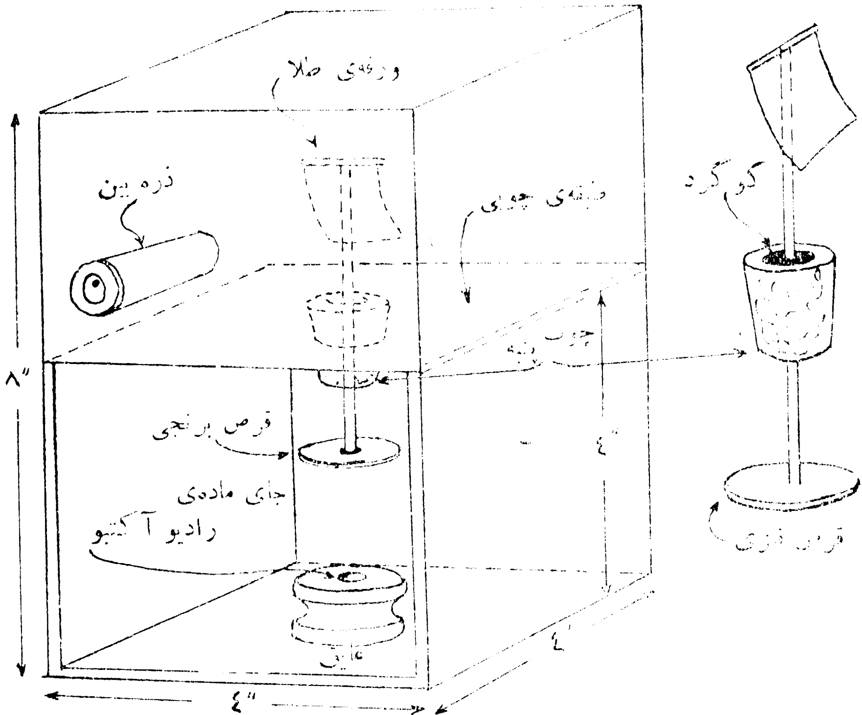
شکل ۵ــ برای نشان‌دادن نیروی جاذبه ودافعه‌ی بارهای الکتریکی‌ممکن است بادو گلوله‌ی کوچك که از مغز اسفنجی شکل و پوك شاخه‌ی بعضی درختان (مثل درخت‌بید) ساخته و بارشته‌های ابریشمی نازکی آویزان شده باشند آزمایش کرد . (گلوله های چوب پنبه‌ای ببزرگی یك نخود را نیز بخوبی میتوان برای‌این آزمایش بکار برد . مترجم)

اندازه‌ی ابعاد این‌الکتریسیته نمامهم نیست‌وتمام جزئیات‌ساختمانی آنرا ازروی‌شکل‌میتوان دریافت . جعبه‌ی‌دستگاه‌را ممکن‌است‌ازتخته‌ی سه‌لائی لاك‌الکلی شده ساخت تامانع‌جمع‌شدن رطوبت زیاد درد‌ستگاه

بشود . قطعات تخته سه‌لائی را بامیخ‌های کوچکی بهم وصل میکنیم چنانکه ازروی‌شکل‌پیداست‌یك‌نوار طلائی نازك‌بسر میله‌ی برنجی کوچکی چسبیده‌است وانتهای تحتانی این‌میله‌ی‌برنجی بیك‌قرص برنجی کوچك وصیقلی‌متصل است. بهتراست این دستگاه را نزد اعلان نویس (کسانیکه اعلانهای طلائی‌روی شیشه پنجره مغازه‌ها میچسبانند .) ببریم تاورقه‌ی طلارا بوسیله یك‌قطره‌ی کوچك ازلاك‌الکل بمیله‌ی‌برنجی وصل کند . جعبه‌راهم بایدهمراه برد تابعدازنصب‌ورقه‌ی طلا از آن حفاظت نماید .

چنانکه درشکل ٦ ملاحظه میشود یك‌طبقه‌ی‌چوبی وسط جعبه قراردارد بطوریکه جعبه را بدو قسمت فوقانی وتحتانی تقسیم میکند میله‌ی برنجی بهنگام‌عبور ازاین‌طبقه‌ی چوبی باید بوسیله‌ی‌عایق کاملا از آن‌مجزی‌شود . برای‌اینکارابتدامیله‌ی‌مزبور را ازچوب‌پنبه‌ای‌میگذرانیم ودورتادور سوراخ چوب‌پنبه‌راگوگرد ذوب شده میریزیم (در حقیقت گوگردفاصله‌ی بین‌میله وسوراخ چوب‌پنبه‌راپرمیکند) بعدطبقه‌ی چوبی مشروح درفوق را بقدر چوب‌پنبه سوراخ کرده چوب پنبه را در آن کار میگذاریم وبدین‌ترتیب میله‌ی‌برنجی بدون آنکه باطبقه‌ی چوبی تماس داشته‌باشد از آن‌عبور میکند . گوگرد را ممکن‌است بملایمت گرم کرد تاذوب شود وسپس آنرا درفضای بین‌میله و چوب‌پنبه ریخت . باید دقت کرد که گوگرد پس‌از ذوب‌خیلی حرارت نه‌بیندزیراحرارت‌زیادبخواص عایق‌بودن گوگرد لطمه‌میزند . وقتی‌ورقه طلابار خودرا ازدست‌داد بجای اولش یعنی‌بطرف میله‌ی‌برنجی که بآن متصل‌است برمیگردد . دراین

حالت برای تشخیص حرکات بسیار جزئی آن ممکن است دستگاه را با یک ذره‌بین کوچک که در یک لوله‌ی برنجی یا فلزی دیگری قرار دارد مجهز نمود بطوریکه برای میزان کردن ذره بین بتوان لوله را بطرف داخل وخارج حرکت داد .



شکل ٦ـ اجزاء یک الکتروسکوپ ساده‌ی کاملی که ممکن است در تجربیات مربوط به تابش‌ها و انرژی اتمی مورد استفاده قرار گیرد .

(") علامت اینچ است و هر اینچ معادل ۲٫۵٤ سانتی متر میباشد . مترجم

برای مقایسه‌ی میزان حرکت ورقه‌ی طلا در آزمایش های مختلف احتیاج بیک صفحه‌ی مدرج داریم که درعقب ورقه‌ی طلا قرارداشته باشد وازروی آن بتوان محل ورقه‌ی طلا را معین کرد . بدین منظور درجه بندی مزبور را روی شیشه‌ی معمولی رسم میکنیم (بامرکب چین) واین شیشه را که

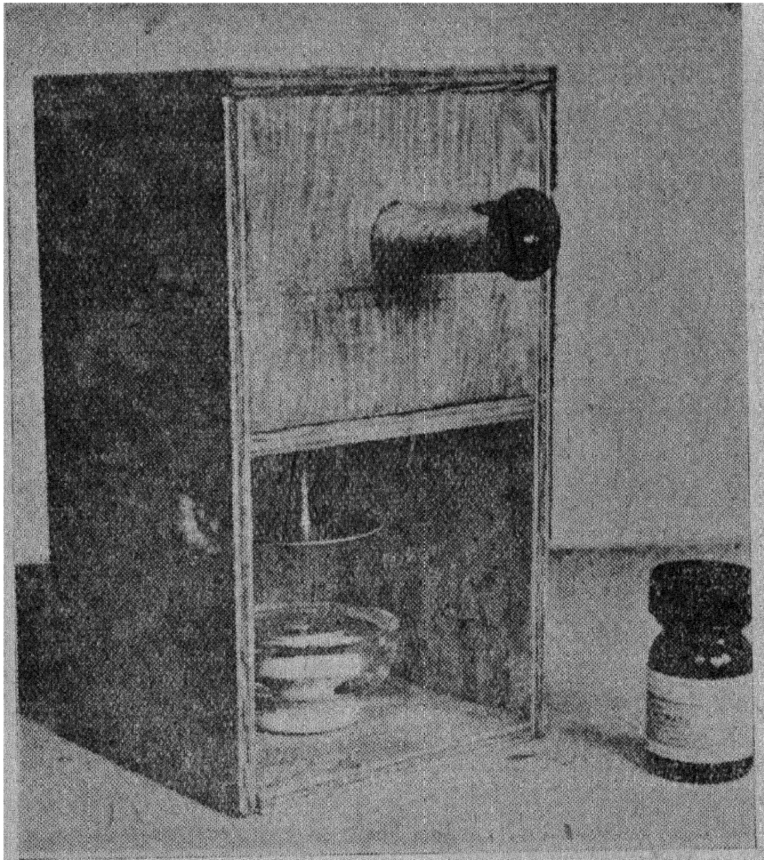
بمنزلهٔی پنجره نیز میباشد روی سوراخی که دردیوارهٔی عقب جعبه تعبیه شده نصب مینمائیم .

اطاق تحتانی جعبه نیز (که باطاق ایونیزاسیون موسوم است) دارای یك دیوارهٔی متحرك شیشه‌ای است پس از بار کردن الکتریسیته نما از همین پنجرهٔی شیشه‌ای نمونهٔی مادهٔی رادیو آکتیو را در این اطاق میگذارند . اشعه‌ایکه ازاین مادهٔی رادیوا کتیوخارج میشود هوای اطاقرا هادی میکند . هوای هادی شده ببارالکتریکی ورقه‌طلا اجازه میدهد که بخارج تراوش کند .

سرعت این تراوش بستگی دارد بدرجهٔی رادیو آکتیو تیهٔی نمونهٔی(۱۲) مورد آزمایش که دریك ظرف عایق مستقیماً زیر قرص برنجی که بانتهای میلهٔی برنجی متصل است گذاشته میشود . مقدار کمی از برمور رادیوم میتواند ورقهٔی طلا را فوراً بطرف میله برگرداند اما اگر نمونه‌های ضعیف مواد رادیو آکتیودر آزمایش مصرف شود ممکن است ورقهٔی طلا مدت نیمساعت یابیشتر بارالکتریکی خودرا نگاه‌دارد .

تمام بارهای الکتریکی ، صرفنظر از میزان قدرت و محل جمع شدن آنها ، دراثر «حضور» یا «غیاب» واحدی کوچکتر از اتم بوجود آمده‌اند. این واحد کوچکتر ازاتم، که یکی از اجزاء مشکلهٔی تمام اتم‌ها میباشد، کوچکترین ذرات عالم است والکترون نامیده میشود . الکترون درحقیقت واحدالکتریسیتهٔی منفی است .

۱۲- نمونه‌هائی ازکارنوتیت‌را که یك سنك معدنی رادیو اکتیواست میتوان ازاغلب مغازه‌های بزرك مواد شیمیائی تهیه کرد. مؤلف



شکل۷- الکتریسیته نمائیکه جزئیات آن درشکل۶ نشان داده شده.

در مقابـل این الکترونهـا که آحاد ساختمانی تمـام اتمهای ماده‌اند عده‌ی بیشمار دیگـری از الکترونهـا آزاد و سرگردانند. وقتی‌عده‌ای ازاین گروه الکترون آزاد درجسمی جمع‌شود آن جسم‌بار منفی‌پیدامیکند ولی وقتی آنها ازجسمی بیرون‌بروندممکن‌است آن‌جسم دارای بارمثبت بشود. عجیب‌تر آنکه وقتی‌این‌الکترونها مجتمعاًو گله‌وار ازسیمها بگذرند جریان‌برق‌رادرست‌میکنند که‌ماممعولا آنرا‌الکتریسیته

یابرق» مینامیم . هرقدر تعداد آنها که ازیک‌سیم میگذرند زیاد تر باشد شدت شدت‌جریان (آمپراژ) برق‌زیادتر ودرنتیجه قدرت انجام کار آن بیشتراست هرقدر سرعت عبور الکترونها زیادتر باشد اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) بیشتر میشود . گاهی اوقات سرعت الکترونها بحدی زیادمیشود که بفضا میپرند وتولید جرقه میکنند . همچنین ممکن‌است درولتاژ (سرعت) کم‌عده‌ی الکترونهائیکه از سیم میگذرد بقدری زیاد باشد که برای ذوب‌وآمیختن فلزات بایکدیگر بکار رود(مثلا درمورد جوشکاری).

باری ، پیش‌از آنکه مطالب بیشتری در باره‌ی الکترون و چگونگی کشف آن بیاموزیم . بیائیم رابطه‌ی عجیب بین الکتریسیته و آهنربائی را کشف کنیم .

فصل دوم

آهنربائی
یا
برادر الکتریسیته

میدانیم که بارهای الکتریکی، صرفنظر ازجنس واقعی آنها، در هرحال مطلقاً نامرئی‌هستند وفضای فاصل مابین دوجسم باردار(۱۳) یك نوع خاصیت‌مرموزی پیدامیکند وهمین خاصیت مرموز است که بصورت نیروی جاذبه یا دافعه بین دوجسم مزبور بروز میکند. این‌امر درباره‌ی آهنربائی نیز صادق‌است بدین‌معنی که در این مورد نیز ملاحظه میکنیم که‌این‌نیروی جاذبه یا دافعه‌ی نامرئی درفضا حکمفرماست. همچنین رابطه‌ی شگفت‌انگیز ومرموزی بین آهنربائی وبارهائی الکتریکی، یا بهتربگوئیم، بین آهنربائی والکتریسته (ساکن یاجاری) موجود است.

۱۳- جسم باردار یعنی جسمیکه دارای بار الکتریکی مثبت یامنفی باشد. مترجم

آهنربائی نیز جزئی از سریشمی است که ماده‌را بهم‌چسبیده واستوار نگاه میدارد (۱۴) ودر ساختن و کنترل مواد رادیو اکتیو رل بزرگی را بازی میکند.

اگر ما سابق براین درباره‌ی آهنربائی فکر کرده‌باشیم، این‌فکر محتملاً همراه بافکر نیروی‌جاذبه بوده‌است وبس. یعنی آهنربائی‌و نیروی جاذبه دومفهومی هستند که باهم بذهن‌میرسند.

کمتر کسی‌است که دربچگی آهنربای کوچك نعلی‌شکل (۱۵) را ندیده وازقدرت شگفت‌انگیز آن که میخ‌هارا جذب‌وقطعات‌نسبتاً‌سنگین آهن وفولادرا بلندمیکند مبهوت نشده‌باشد.

شایدمعلومات قبلی‌ما درباره‌ی آهنربائی منحصر بهمین آزمایش های ساده فوق‌باشد ولی‌باید دانست که اینها فقط جزئی از یك داستان دلکش‌است وتنها آهن وفولادنیستند که دارای خاصیت عجیب آهنربائی میباشند. هرگاه جریان‌برق (متصل یامتناوب) (۱٦) ازسیمی بگذرد یك

---

۱٤ ـ در مورد بار الکتریکی هم همین مطلب را بیان کردیم. مترجم.

۱۵ ـ آهن‌ربای نعلی شکل آهن‌ربائی است خمیده بشکل‌نعل‌اسب و گاهی‌هم بشکل۷ که‌پینه‌دوزها و کفاش‌ها برای جمع کردن میخها ازروی زمین ازآن استفاده میکنند. مترجم

۱٦ ـ چنانکه درفصل گذشته‌دیدیم جریان‌برق‌چیزی جزعبورالکترون های‌آزاد درسیم‌ها نیست. اگر این الکترنها (یعنی باصطلاح جریان برق) دائماً از یکطرف سیم بطرف دیگر بروند یعنی جهت حرکتشان تغییر نکنند این جریان برق‌را جریان متصل میگویند مانند جریان برقی که ازقوهٔ چراغ‌جیبی یاباتری اتومبیل حاصل میشود. ولی‌اگر الکترون

←

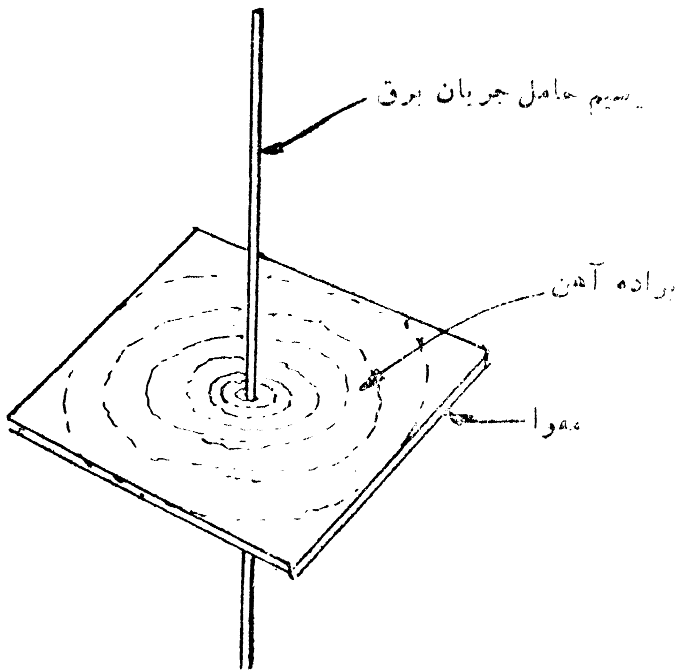
اثر مغناطیسی (که‌میدان نامیده میشود) دراطراف آن سیم برقرار و در فضا پراکنده‌میشود مرکزاین میدان همان‌سیم است وهرچه ازسیم‌دورتر شویم ضعیف‌تر میگردد (شکل۸) .

همانطورکه درفصل پیش درمورد اجسامیکه دارای‌بار الکتریکی هستند شرح‌دادیم‌دراینجانیز میدان‌تشکیل شده‌است ازانگشتهای‌مرموز ونامرئی که ازیك‌جسم مغناطیس بطرف‌جسم دیگری که نزدیکی آن قراردارد درازمیشود و نیروی جاذبه یادافعه بآن‌وارد میسازد . در مورد مغناطیس نعلی‌شکل معمولی یاتیغه‌ی مغناطیسی (۱۷)این انگشتهای‌نامرئی (که‌علماء آنها را خطوط قوای مغناطیسی‌نامیده اند) بمیدان مغناطیسی موسوم است . ولی آهنربائی یامیدان‌مغناطیسی که‌دراطراف یك‌سیم‌حامل جریان‌برق تشکیل‌میشود بمیدان« الکترومغناطیسی » (الکترومنیتیك) موسوم است زیرا ، همانطورکه میدانید ، این‌میدان بر اثر عبور جریان برق ایجادشده است .



هائیکه جریان برق‌را میسازندگاهی ازیکطرف وزمانی ازطرف دیگر درسیم حرکت کنند یعنی رفت‌وآمد کنند وجهت‌حرکت خود را تغییر دهند (باصطلاح درسیم نوسان بکنند) این‌جریان برق‌را متناوب گویند مانند جریان برق‌شهر تهران واغلب قریب باتفاق شهرهای دنیا . اگر یك‌سیم راکه حامل جریان برق‌متناوب است بوضع افقی مقابل چشم خود درنظر بگیریم جریان برق گاهی از چپ براست و زمانی ازراست به چپ از آن عبور میکند .

۱۷ـ آهنربائی‌است بشکل مکعب‌مستطیل که‌طولش زیادوعرضش کم وضخامتش خیلی کمتر است وتقریباً مانند یك‌خط‌کش‌است .



شکل ۸ـ اگر سیمی که حامل جریان برق است از صفحه‌ی مقوائی عبور کند و روی صفحه‌ی مزبور مقداری براده‌ی آهن بپاشیم ذرات براده‌ی آهن چنانکه در شکل دیده میشود بصورت دوایر متحدالمرکزی دورتا دورسیم حلقه میزنند . این‌دایره‌ها درواقع‌شکل میدان مغناطیسی نامرئی را که بدورسیم تشکیل‌شده مجسم‌میسازد

چندآزمایش بسیارساده باتیغه‌های مغناطیسی بما نشان میدهدکه رابطه‌ی عجیبی بین آهنربائی والکتریسیته موجوداست . البته‌بایددانست که‌الکتریسیته تاحدودیکه درزندگی عادی وروزانه بکار میرود با آهنربائی بستگی داشته ووجود یکی بدون‌دیگری غیرممکن است .

تشابهی که توجه مارا بخود جلب‌میکند دراینست که آهنربائی‌نیز مانند الکتریسته‌هم میتواند نیروی جاذبه واردآورد و هم نیروی دافعه، درصورتی که مااغلب گمان میکردیم که مغناطیس‌ها فقط قدرت جاذبه دارند .

چنانکه دیدیم اجسامی که دارای بار الکتریکی هستند ممکنست بار آنها مثبت یا منفی باشد مغناطیس‌ها نیز هر شکلی که باشند یك قطب «شمال» و یك قطب « جنوب » دارند . این شمال‌وجنوب لغات‌جغرافیائی نیستند ومعنی جغرافیائی ندارند .کره‌ی زمین نیز مانند یـك مغناطیس است ویك قطب شمال ویك قطب جنوب دارد .(۱۸)

وقتی قطب‌شمال یك‌مغناطیس را بقطب‌جنوب‌مغناطیس‌دیگری نزدیك کنیم یکدیگر را با نیروی قابل ملاحظه‌ای جذب میکنند که ممکنست از نیروی وزن جسم هم بیشتر باشد(شکل۹) ولی هنگامی که قطب‌های جنوب دو مغناطیس را مقابل هم قراردهیم نیروی وازنش و دافعه بظهور میرسد . اگر مغناطیس‌هاقوی باشنداین نیروی دافعه ممکن است‌بقدری زیاد شود که یکی ازدومغناطیس راکه آزاد است (۱۹) بهوا پرتاب کند.

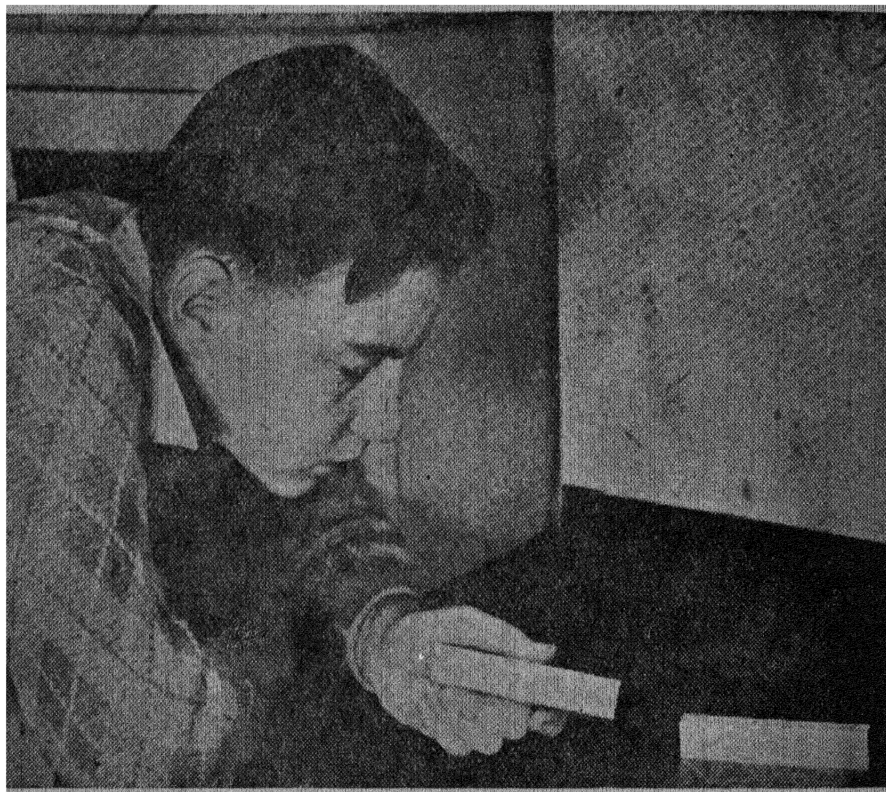
با یك قطب‌نمای معمولی جیبی (۲۰) وبا یك پیل خشك (۲۱) به

۱۸ـ کره‌ی زمین دارای یك‌قطب شمال ویك قطب جنوب جغرافی است و نیز یك‌قطب‌شمال ویك‌قطب جنوب مغناطیسی دارد ولی این قطب های جغرافیائی منطبق برقطب های مغناطیسی زمین نیستند بدین معنی که قطب جنوب مغناطیسی زمین خیلی نزدیك بقطب شمال جغرافیائی قرار دارد وقطب شمال مغناطیسی زمین خیلی نزدیك بقطب جنوب جغرافیائی واقع است . مترجم

۱۹ـ چنانکه درشکل۹ ملاحظه میکنید یکی ازدومغناطیس دردست آزمایش‌کننده و مغناطیس دیگری روی‌میز است ، منظور ازمغناطیس آزاد همان است‌که روی‌میز است ودراثر نیروی دافعه کم‌کم بعقب میرود وازمیز میافتد . مترجم

۲۰ـ قطب‌نما همان قبله نما است . پشت بعضی از مداد تراش ها قطب‌نمادرست کرده‌اند ومی‌توان برای آزمایش‌ازآنها استفاده کرد.مترجم.

۲۱ـ پیل خشك همان قوه های‌چراغ جیبی است .باقوه‌چراغ بخوبی میتوان آزمایش‌کرد . مترجم



شکل ۹- آزمایش بادومغناطیس فولادی تیغه‌ای. هنگامیکه قطب های شمال دومغناطیس را بهم نزدیك کنیم یکدیگررا پس میزنند و بعقب میرانند. ولی وقتی قطب شمال یك مغناطیس را بقطب جنوب مغناطیس دیگر نزدیك کنیم یکدیگر را جذب میکنند.

آسانی میتوانیم این رابطه عجیب ومرموزی که بین الکتریسیته وآهن‌ربائی موجوداست نشان دهیم. چنانکه در شکل ۱۰ دیده میشود یك قطعه سیم (۲۲) را بقطب مثبت یا منفی (۲۳) یك پیل وصل میکنیم و

۲۲- روکش داشتن یانداشتن سیم تأثیری درآزمایش ندارد. ولی بهتر استهمیشه باسیم‌های روکش دار آزمایش کنیم که ازاتصالی جلوگیری شود. مترجم

۲۳- پیل که عوام آنراقوه میگویند دارای دوسر است که سیم را

قطب‌نما را زیر سیم مزبور میگذاریم (بطوری که امتداد سیم درست موازی با امتداد عقربه قطب‌نما باشد). حال اگر سر دیگر سیم را بقطب دیگر پیل وصل نمائیم تاجریان برق در سیم برقرارشود ملاحظه‌میکنیم که‌عقربه‌ی قطب‌نما بشدت حرکت خواهد کرد. در این آزمایش جریان برقی که ازسیم میگذرد دراطراف سیم یك میدان مغناطیسی (٢٤)ایجاد می کند بنابراین میتوان گفت که الکتریسیته‌تولیدآهنربائی می کند. آیا عکس این موضوع نیز درست است یانه؟ یعنی آیاآهنربائی نیز میتواند الکتریسیته تولید کند؟

اگر بشکل ١١ توجه کنیم ملاحظه خواهیم کرد که البته آهن‌ربائی نیزمیتواند جریان برق‌ایجاد کند: مطابق شکل ١١ قرقره سیم‌پیچ (٢٥) کوچکی درست کرده(٢٦) دوسر سیم آنرا چند متر دورترمیبریم ودرآنجا بیك سیم‌پیچ دیگر(٢٧) که ممکن است دارای یك یاچندحلقه

بآن وصل میکنند. این دوسررا دوقطب‌پیل میگویند. یکی از آنهارا قطب منفی میگویند وآن‌قطبی است‌که جریان برق (یعنی الکترونها) ازآنجا بیرون‌آمده وارد سیم میشود. قطب دیگررا قطب مثبت مینامند. مترجم.

٢٤ـ چنانکه دیدیم میدان مغناطیسی که دراطراف سیم برق تولید میشود بهتر است میدان الکترومغناطیسی نامیده شود. مترجم

٢٥ـ قرقره‌سیم‌پیچ یا بطور خلاصه سیم‌پیچ مانند قرقره نخ یا کلاف نخ است منتهی بجای نخ ازسیم روکش‌دار نسبتاً نازك ساخته‌شده ممکن است سیم‌پیچ‌را روی‌یك قرقره چوبی پیچید یا ممکن است خود سیمها را مانندچنبره روی‌هم‌ببندیم مانندشکل ١١. مترجم

٢٦ـ درشکل١١ آنرا قرقره نمر١ نامیده‌ایم. مترجم

٢٧ـ سیم‌پیچ نمر٢. مترجم



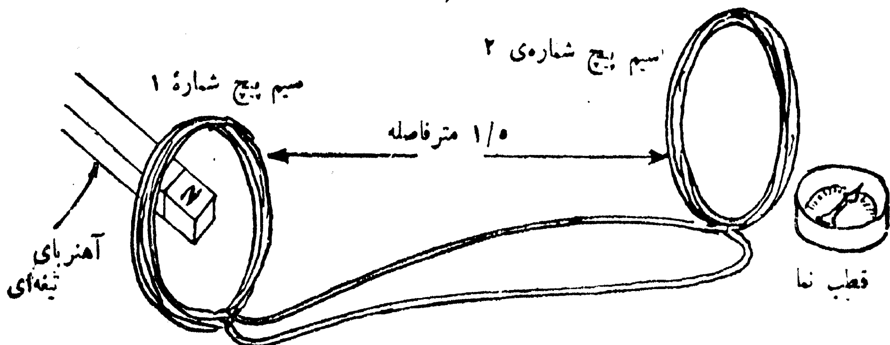
شکل ۱۰ـ بمحض‌واردشدن جریان برق درسیم ، عقربه‌ی قطب‌نمامنحرف میشود و باین‌وسیله میتوان نشان داد که سیم حامل جریان برق مانند یك مغناطیس میتواند عقربه‌ی مغناطیسی رامنحرف سازد.

باشد وصل میکنیم باید فاصله بین دوقرقره سیم پیچ مزبور بقدری باشد که آهنربائی که درنزدیکی سیم پیچ اولی قرارمیدهیم بر قطب‌نمائی که درنزدیکی سیم پیچی دومی میگذاریم اثر نکند .

اکنون یك مغناطیس تیغه‌ای یا نعلی شکل (۲۸) اختیار کرده آن

۲۸ـ بهتر است بامغناطیس تیغه‌ای آزمایش کنیم . اگر ناچار باشیم که بامغناطیس نعلی‌شکل آزمایش کنیم باید حتی‌الامکان بایکی از قطب های آن آزمایش کنیم . مترجم

را درنزدیکی سیم پیچ (سیم‌پیچ ۱) حرکت میدهیم (۲۹) اگر در همین حال به قطب نمائی که خیلی نزدیك به سیم پیچ نمره۲ گذاشته‌ایم نگـاه کنیم می‌بینیم که هروقت ما مغناطیس را درمقابل سیم‌پیچ نمره ۱ بحرکت درآوریم عقربه قطب‌نما نیز حرکت وجهش میکند و باین ترتیب معلوم میشود که جریان برق درسیم پیچ‌ها برقرار شده است. این جریان فقط هنگامی که مغناطیس را درمقابل سیم‌پیچ نمره‌ی۱ حرکت میدهیم ایجاد میشود، بدین‌معنی که اگر مغناطیس را بالای سیم پیچ بدون حرکت نگاه داریم جریانی‌تولید نمیشود. ازهمین آزمایش درمورد تولید جریان‌برق



شکل ۱۱ـ این آزمایش رابطه‌ی آهنربائی و برق‌را نشان میدهد. وقتی آهنربارا وارد سیم‌پیچ شماره‌ی ۱ بکنیم عقربه‌ی قطب نمائی که نزدیك سیم‌پیچ‌شماره‌ی۲ است حرکت میکند و بدین ترتیب معلوم میشود که در هردوسیم‌پیچ جریان‌برق برقرار شده است. اماوقتی آهنربارا بیحرکت نگاه‌داریم هیچ‌جریانی ازسیم‌پیچ‌ها نخواهدگذشت.

۲۹ـ مغناطیس‌را بهتر است طوری بدست گرفت که عمود برسطح قرقره سیم پیچ باشد و بعد باسرعت هرچه بیشتر که ممکن است طوری حرکت داد که امتداد حرکت‌نیز عمود برسطح قرقره باشد و بزبان‌ساده تر باید مغناطیس‌را طوری حرکت داد که قطبهای آن به‌قرقره نزدیکتر و یادورتر بشود. مترجم

بوسیله‌ی دینامو (۳۰) استفاده میشود.



شکل ۱۲ـ وقتی جریان برق[۹] از باتری وارد[۳] قرقره سیم[۹] پیچی که آویزان است بشود سیم پیچ مزبور حکم‌یك آهنربا را پیدا میکند بدین معنی که بین آن و آهنربائیکه دردست آزمایش کننده است نیروی جاذبه یا دافعه رد وبدل میشود (البته بسته باینکه کدام قطب آهن‌ربا به‌قرقرهٔ سیم‌پیچ نزدیکتر باشد)

۳۰ـ دینامو که باختصاردینام هم گفته‌میشود ماشینی است که اگر آنرا بگردانیم جریان برق تولید میکند مانند دینام دوچرخه و دینام اتوموبیل . مترجم

بوسیله آزمایشهای بسیار ساده‌ای ثابت کردیم که الکتریسیّته تولید آهنربائی میکند و آهنربائی نیز بنوبه‌ی خود تولید الکتریسیته مینماید. پس چنین بنظر میرسد که این دو تا مانند خواهر و برادر یکدیگر میباشند.

قبلا بیان کردیم که الکتریسیته‌ی ساکن یا جاری از الکترون ها تشکیل شده است. درمورد الکتریسیته جاری این الکترون‌ها باسرعت زیاد درسیم حرکت‌میکنند ولی‌درموردا جسامیکه دارای بار الکتریکی هستند الکترونها بحال سکون در آن‌جسم مجتمع شده‌اند.

چنانکه درشکل ۱۱ مشاهده میشود، یك‌مغناطیس‌را ممکن است مانند یکنوع تلمبه برای بحرکت در آوردن الکترونها بکار برد ولی همینکه جریان الکترونها یعنی جریان برق شروع شد، این الکترونها نیز بنوبه‌ی خود خاصیت مغناطیسی تولید میکنند که دور سیم‌را احاطه کروه میدانی‌راتشکیل میدهد.قدرت این‌میدان آهنربائی بتعدادالکترن هائیکه درهرثانیه ازسیم میگذرند بستگی دارد.

الکترونهائیکه بحال سکون در اجسام باردار قرار دارند از این میدانهای مغناطیسی تولید نمی کنند.

فصل سوم

کشف الکترون

هرچند که پیش ازسال ۱۸۸۰ عده بسیاری از دانشمندان بر این عقیده بودند که ماده بالاخره بطریقی با الکتریسیته بستگی نزدیک دارد برای تائیدنظریاتشان هیچگونه آزمایشی نمیتوانستند بعمل آورند. درحدودهمین سال بود که **سرویلیام کروکس** (۳۱) و **پروفسور ج.ج. تامسن** (۳۲) درآسمان علوم ظاهرشدند . نام وعمل آنها مانند رعدی‌در آسمان قرنهای آینده نیز خواهد پیچید . اساس نظریـه‌ی الکترونی در نتیجه‌ی زحمات آنهاوتا اندازه‌ای دراثر کوشش‌های‌سایرین، وضع گردید.

پیش از ظهور این‌دو دانشمند تجربه پیشه آنچه که بعنوان‌نظریه‌ی اتمی شناخته شده بود مورد قبول عموم دانشمندان بود . کتابهای شیمی

۳۱- Sir William Crookes سر ویلیام کـروکس (۱۹۱۹-۱۸۳۲) فیزیکدان وشیمی دان انگلیسی.

۳۲- Sir Joseph John Thomson (۱۹۴۰-۱۸۵۶)فیزیکدان انگلیسی،وی بمناسبت آزمایش هائیکه در فوق شرح داده شده برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۰۶ شناخته شد. کشف الکترون ، تعیین جرم آن و بسیاری ازتئوریهای ریاضی درباره‌ی مغناطیس‌والکتریسیته‌مرهون‌زحمات این دانشمند است. مترجم

آنروز ماده‌را منحصراً متشکل از اتمهائی میدانستند و این اتمها کوچکترین ذراتی بودند که تا آنروز شناخته شده بود. این نظریه درحقیقت حدس و گمانی بیش نبود و آنچه‌درباره‌ی اتم میدانستند بدین قرار بود: «کسی نمیتواند یك اتم را ببیند زیرا اتمها کوچکتر از آنند که بتوان آنها را دید. تعداد عناصری(۳۳) که شناخته شده هشتاد واندی میباشد وهر عنصر از اتمهای مخصوصی بخود تشکیل‌شده مانند اتمهای سرب - مس - اکسیژن وغیره. بعضی از اتمها سنگین‌تر وفعال‌تر (بمعنی شیمیائی) (۳٤) از اتمهای دیگرند. عناصر مبانی اولیه‌ی خلقتند بدین معنی که جهان و هرچه در آن است ازاین عناصر وازترکیب این عناصر با هم، که اجسام مرکب نامیده میشود، تشکیل یافته است. مثلا وقتی عنصر ایدرژن باعنصر اکسیژن ترکیب شود آب (H_2O)، که جسم مرکبی است، تولیدمیشود. نتیجه‌ی ترکیب اتمها را با یکدیگر مولکول(۳۵) مینامند. ملکول آب بخصوص ساده است ولی بعضی مولکولهای دیگرازترکیب اتمهای بیشتری تشکیل شده و بسیار پیچیده‌اند». این بود، بطورخلاصه، طرز فکر ما درباره‌ی اتم پیش

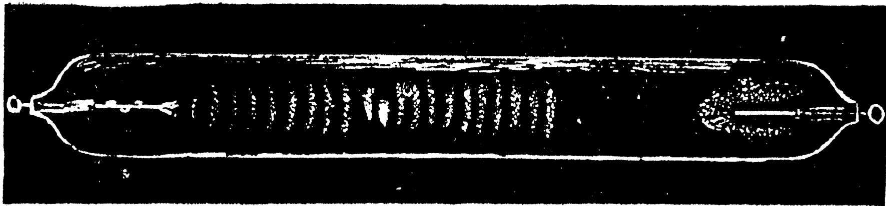
۳۳- عنصر یا «جسم ساده» بجسمی اطلاق میشود که از راههای شیمیائی نتوان آنرا تجزیه کرده وازآن اجسام ساده‌تری بدست آورد مانند آهن، نقره، اکسیژن، ازت، گرگرد، فسفر وغیره. تعداد عناصریکه تاامروزدر طبیعت پیداشده درحدود ۹٦ میباشد. این ۹٦ عنصر بدودسته تقسیم میشود: فلزات و شبه فلزات. پس تمام فلزات مانند آهن، نقره، مس وغیره و تمام شبه‌فلزات ازقبیل اکسیژن، ازت، گوگرد، فسفروغیره جزوعناصر نودوشش گانه میباشند. مترجم

۳٤- یعنی بهتروزودتر باعناصر دیگر ترکیب میشوند. مترجم

۳۵- Molecule

ازپیدایش الکترون، که با وجـود قدرت عظیمش ، کوچکترین ذره‌ی جهان میباشد .

البته پیش از کشف الکترون نیز مغزهای محقق دائماً بدین فکر



شکل ۱۳ـ گایسلر ، عالم تجربه پیشه‌ی آلمانی ، کشف کرد که هر گاه ولتاژ (اختلاف سطح الکتریکی) خیلی زیاد باشد جریان برق میتوانه از لوله‌ایکه هوایشرا خالی کرده باشند بگذرد و در اینصورت نور سبز متمایل بآبی و کمرنگی ازاین‌لوله خارج میشود .

مشغول بودند که اتمها حقیقتاً چیستند و آیا ممکن است آنها خود نیز ازذرات کوچکتری ترکیب یافته باشند یا نه ؟

گایسلر(۳٦) که فیزیکدان نسبتا ناشناسی بود ، بسال ۱۸٦۰ یکی از زوایای‌تاریك فیزیك را روشن ساخت و آزمایش اوسرچشمه‌ی‌بسیاری ازنظریات کروکس گردید. بدین ترتیب‌که گایسلر یك‌لوله‌ی شیشه ای کوچك را ازهوا خالی کرد (یعنی تا آنجا که میتوانست هوای داخل لوله‌را بوسیله تلمبه خالی کرد) ودوالکترود(۳۷) (دوجسم هادی‌فلزی)

۳٦- Heinrich Geissler . هاینریخ گایسلر(۱۸۷۹ - ۱۸۱٤) مکانیسین ومخترع آلمانی. مترجم

۳۷- Electrode

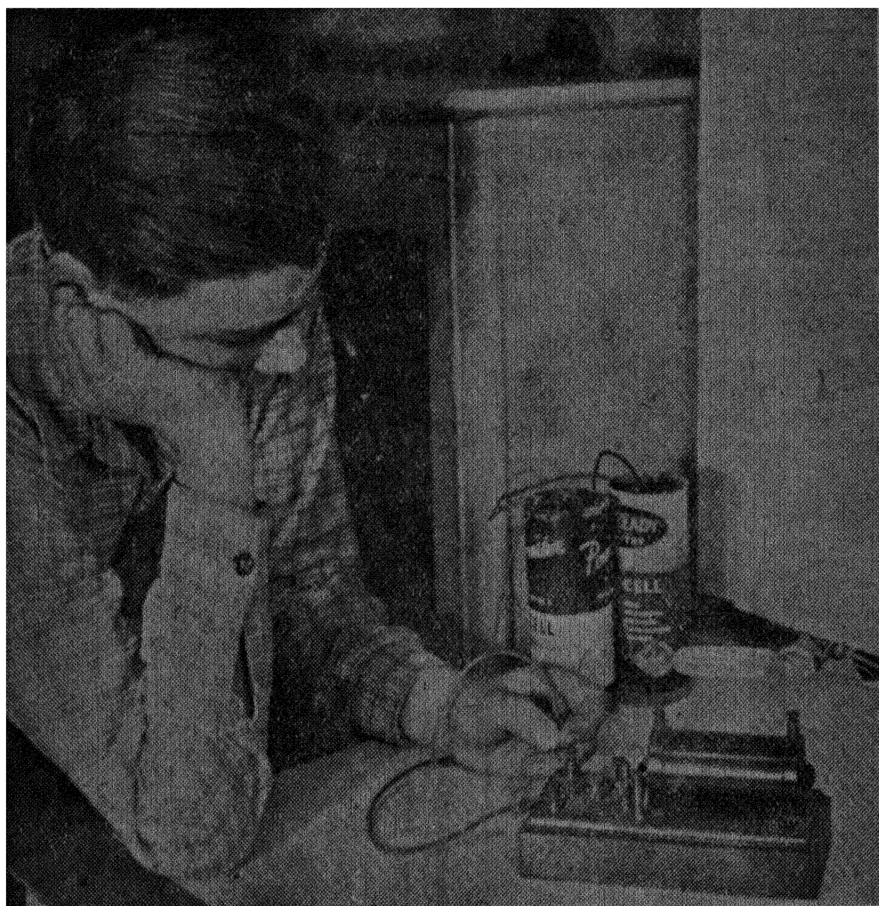
در آن کار گذاشت (۳۸). او میخواست بداند وقتی جریان برق بخلاء (۳۹) رسید چه وضعی پیدا میکند و آیا ممکن است از خلاء عبور کند یانه؟ گایسلر دریافت (شکل ۱۳) که درحال عادی جریان برق نمیتواند از خلاء عبور کند ولی وقتی که ولتاژ جریان برق را زیاد کرد بالاخره بحدی رسید که الکترون ها توانستند ازیك الکترود به الکترود دیگر بپرند (مقصود ما ازولتاژقدرت حرکت وفشار جریان برق است). گایسلر بانهایت تعجب ملاحظه کرد که وقتی الکتریسیته درفضای لوله بپرواز درآمد سبب شد که لوله روشن شده ویك نور آبی رنك خارق العاده بیرون بدهد.

البته این آزمایش بسیارعجیب و بهت آور بود.

بعد از آزمایش گایسلر چندان طولی نکشید که سر ویلیام کروکس همان آزمایش را بالوله های تخلیه شده انجام داد. او دربارهٔ نور آبی خارق العاده ایکه ازاین لوله ها بیرون میآمد بسیارفکر کرد و بسیاری از مردان اهل تجربهٔ آن عصر نیز که از آزمایش کروکس باخبرشدند فوراً آنرا توجیه و تفسیر کردند. اینها عقیده داشتند که اتمهای ماده (منظور مادهٔ الکترود هاست) در اثر الکتریسیته از جاکنده شده بفضای بین الکترودها که دردوسر لوله کار گذاشته شده پرتاب میشوند. دربارهٔ نوری

۳۸ـ چنانکه در شکل ۱۳ مشاهده میکنید لولهٔ گایسلر یك لولهٔ شیشه‌ای باریك و نسبتاً درازی است. هوای درون لوله را با تلمبه‌های مخصوص تخلیهٔ هوا بقدری خالی میکنند که هوای باقیمانده در لوله بسیار کم باشد. الکترود ها دومیلهٔ فلزی هستند که معمولا از فلزی بنام Tungsten تنگستن (همان فلزدرون لامپهای معمولی چراغ برق) تهیه میشوند. این دو الکترودرا دردوسر لوله کارمیگذارند. دوالکترود مزبوردرداخل لوله بهم ارتباط ندارند و بین آنها فاصله است. مترجم

۳۹ـ جائی که خالی ازهوا باشد. مترجم

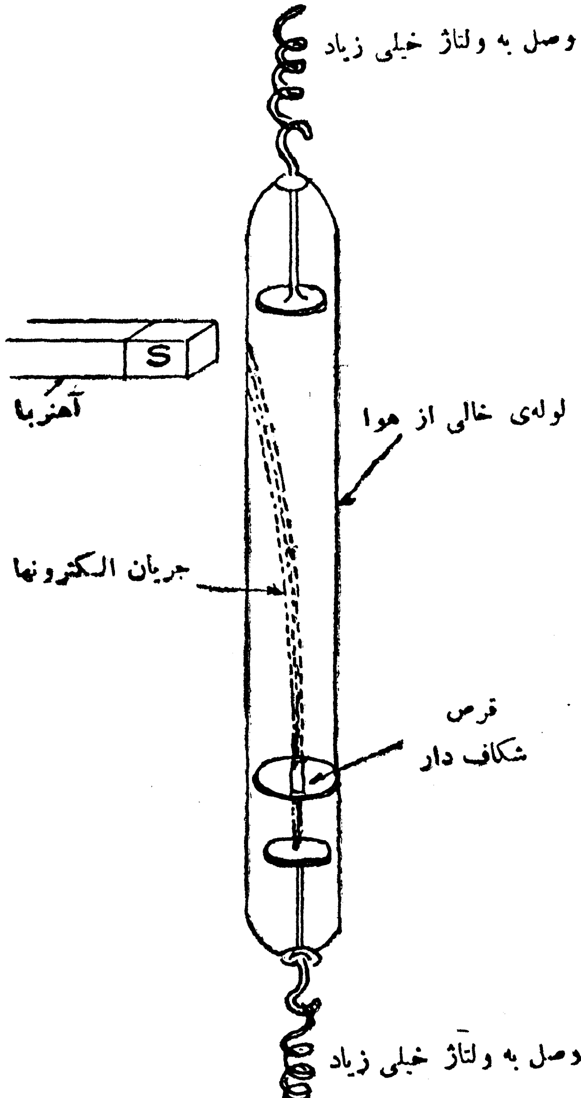


شکل۱۴ـ بکار انداختن یك لوله‌ی گایسلر جدید بوسیله‌ی قرقره‌ی القا.
لوله‌های گایسلر ارزان است و بجای‌قرقره‌ی القاء میتوان آنهارا با کوئیل
اتومبیلهای فرد نیز بکار انداخت
(قرقره‌ی القا یاقرقره‌ی رومکورف را درفهرست لغات علمی آخر کتاب
ملاحظه کنید . مترجم)

که تولیدمیشود میگفتند که قسمت‌اعظم آن مربوط به برخورداین‌اتمها با اتمهای‌هوای کمی است که داخل لوله باقی مانده.

کروکس این‌توجیها ترا چندان قبول نداشت وفکرمیکرد چنین

تفسیر و بیانی فوق‌العاده ساده و بچگانه‌است . وی مدتها متمایل بجانب این عقیده بـود کـه مـاده دارای « حالت چهارمی » هم هست ، بنام



شکل ۱۵ـ ازآزمایشهای اولیه درباره‌ی تخلیه‌ی الکتریکی درلوله های شیشه‌ای خالی ازهوا معلوم شدکه بوسیله‌ی یك آهنربا میتوان جریان الکترونی راکه درون لوله برقرارمیشود ازمسیرعادی منحرف ساخت.

«مادهٔ تابنده» (۴۰)، که از ذراتی تشکیل یافته است،، (اگر واقعاً ذره باشد). باید دانست که برای ماده در آنزمان نیز مانند امروز سه حالت اصلی قائل بودند که عبارت بود از جامد ـ مایع و گاز. بنظر سر ویلیام کروکس «مادی تابنده» (یعنی حالت چهارم ماده) حالتی از ماده بود که از گاز بهمان اندازه رقیق تر باشد که گاز از مایع رقیق تر است (۴۱). خلاصه او برای ماده یك حالت بسیار «رقیق» نیز تصور میکرد.

کروکس، سپس آزمایشی بعمل آورد که از بزرگترین آزمایش های کلاسیك هر عصری محسوب میشود. پیش از آنکه بشرح این آزمایش بپردازیم لحظهای بلولهٔ کروکس (شکل ۱۵) بدقت نگاه کنیم. الکترود های فلزی را که در دو طرف لوله کار گذاشته شده می بینیم و دانستیم که وقتی هوای باقیمانده درلوله با ذراتیکه درلوله بحرکت در آمده اند برخورد کند نورانی میشود (جنس این ذرات هرچه میخواهد باشد).

باید دانست که تنها گازهای درون لوله (۴۲) نیست که نورانی می

---

۴۰ «Radiant matter» اصطلاحی است که ابتدا دانشمند انگلیسی بنام فارادی Faraday بسال ۱۸۲۰ بکار بردو بعد کروکس این تصور و این اصطلاح را پذیرفت. مترجم

۴۱ نظر فارادی و کروکس دراین مورد درست نیست یعنی چنین حالتی از ماده وجود ندارد. البته نباید تصور کرد که مقصود این دانشمندان از «مادهٔ تابنده» همانا ماده بصورت انرژی بوده است. مترجم

۴۲ـ درون لولهٔ گایسلر همانطور که میدانیم کمی هوا وجود دارد که مخلوطی است از گازهای اکسیژن و ازت (در هوا علاوه بر گاز های اکسیژن و ازت بخار آب و گاز کربونیك وهم چنین مقدار فوق العاده کمی از گازهای دیگری بنام هلیوم آرگرن ـ کریپتون وغیره نیز یافت میشود). ممکن است در لوله گایسلر بجای هوا مقدار کمی از یکنوع گاز دیگر مثلا

شود بلکه ظاهراً برخی ازذرات که بسرعت حرکت میکنند بانتهای دیگر لوله رسیده بآنجا برخورد میکنند و در اثر این برخورد شیشه نیز بطرز خاصی درخشندگی پیدا کرده یك نوع نوری ازخود بیرون میدهد.

آیا این نور هم مانند نور معمولی تولید سایه میکند یا نه؟ این سئوالی بود که کروکس از خود کرد و بکمك اسبابیکه در عین سادگی مدبرانه ساخته شده بود (شکل ۱۶) خود باین سئوال پاسخ داد او یك الکترود فلزی رابقسمی درلوله تعبیه نمود که سایه بیاندازد ودر نتیجه سایه واضحی در انتهای لوله ملاحظه کرد(۴۳). معهذا درباره‌ی جنس ذرات درون لوله هنوز نمیشد نظر قطعی اظهار کرد و کسی واقعاً نمیتوانست پدیده‌ای راکه بظهور میرسد (مقصود نورانی شدن لوله وساین انداختن است.مترجم)معلول وجود ذراتی بداند. کسی چه میدانست؟شاید اینهم یك نوع نورجدیدی بود که تازه تولید شده بود.

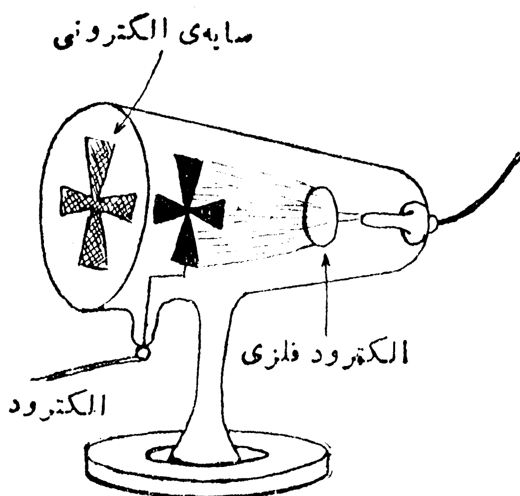
آزمایشهای بعد، بطورقطع نشان دادند که آنچه درون لوله درحرکت است ذراتی هستند که باسرعت فوق العاده ای، بمیزان ۲۰۰۰۰ میل(۳۶۰۰۰

→

ایدرژن - ازت خالص - وغیره جای داد. رنگ نوریکه لوله‌ی گایسلر می دهد بسته بنوع گازیست در آن قرار دارد. لوله‌هائی که امروزه برای تابلو نویسی واعلان مصرف میشود مثل اعلانهای لوله‌ای سینماها و فروشگاه هائیکه (جنرال مد -لاستیك کلی) بخصوص درخیابانهای تهران دیده می شود ازنوع لوله‌های گایسلر است . مترجم

۴۳ـ چنانکه درشکل۱۶ می بینید یکی ازالکترودها بشکل صلیب و معمولا ازآلومینیوم تهیه شده‌ودراواسط لوله قراردارد وسایه میاندازد .

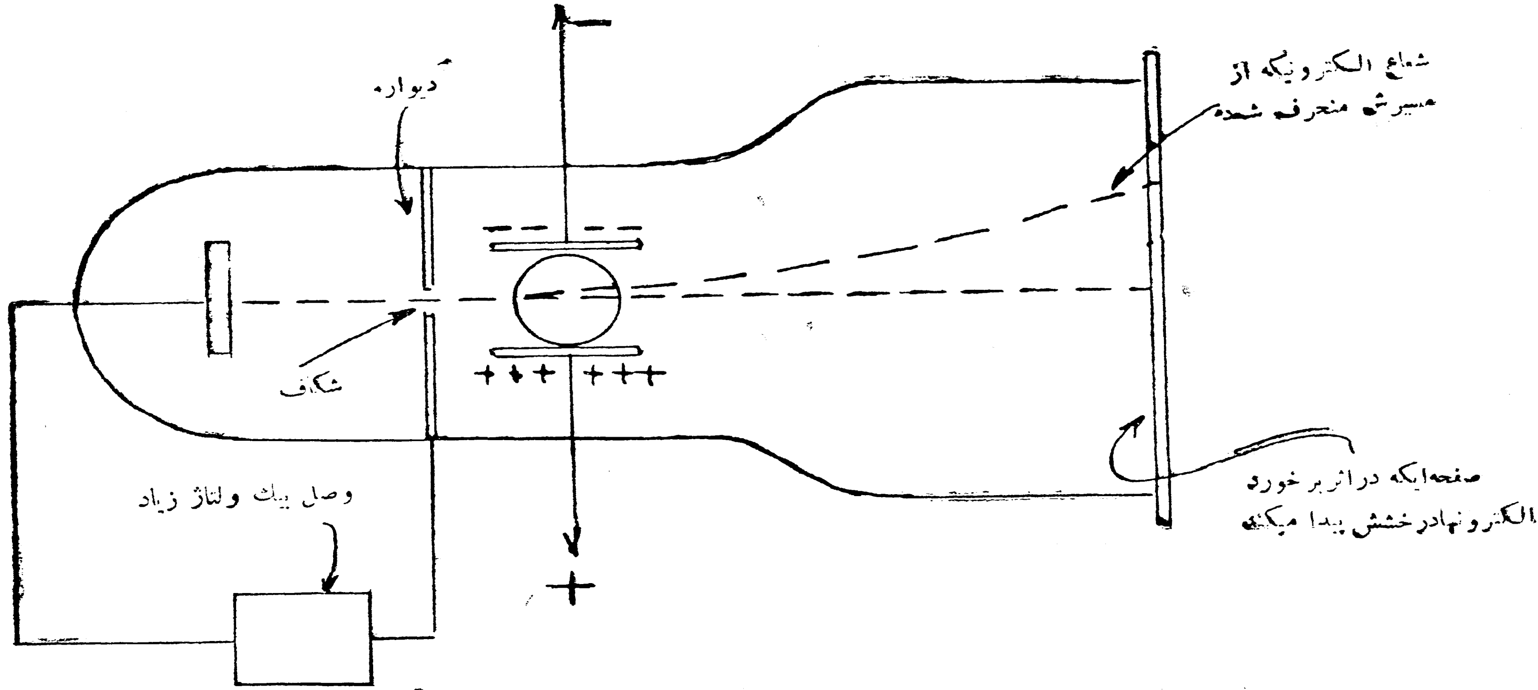
مترجم



شکل ١٦ ـ سرویلیام کروکس ، عالم انگلیسی ، جریان برق با ولتاژ خیلی زیاد ازانواع مختلف لوله‌های شیشه‌ای خالی ازهوا عبور داده وبا یکی ازاین‌لوله‌ها (که درشکل بالا دیده میشود) ثابت کرد که ذراتی که درون‌لوله بحرکت درمیآیند دراثر برخورد بمانعی که‌میان لوله‌تعبیه شده سایه‌ای درته‌لوله‌میاندازند . کروکس دراین‌آزمایش هنوز نمیدانست که این ذرات همان الکترونها هستند

کیلومتر) درثانیه حرکت میکنند.

طبیعتاً اهل‌تجربه‌ی آن‌عصرو بخصوص پروفسور ج.ج تامسن درصدد کشف اینموضوع برآمدکه آیااین ذرات (اگرذراتی باشند) هیچگونه خواص الکتریکی‌دارندیانه؟ اگرذراتی‌درون‌لوله درحرکت باشندمحتملا دارای بارالکتریکی مثبت یامنفی خواهند بود. اسباب ساده‌ایکه‌درشکل ١٧ تصویرشده وسیله‌ی خوبی برای کشف اینموضوع است . این اسباب تشکیل شده ازلوله‌ی مخصوصی که یك الکترود فلزی بشکل‌یك صفحه درداخل ومیان لوله تعبیه شده وباالکترودهای فلزی خودلوله که‌بجریان برق باولتاژزیاد وصل میشوندهیچگونه ارتباطی‌ندارد. بااین‌الکترودسوم



شکل ۱۷- پروفسور ج . ج . تامسون بابکار بردن لوله‌ی مخصوصی که در شکل بالا دیده میشود کشف کرد که ذراتی که در اثر تخلیه‌ی الکتریکی دریك لوله‌ی خالی ازهوا بحرکت درمیآیند اگر از نزدیکی صفحه‌ی فلزی بارداری بگذرند انحرافی در مسیرشان پیدا میشود . این ذرات ، چون بترسط صفحه‌ایکه دارای بار منفی بود دفع و بتوسط صفحه‌ای که دارای بار مثبت بود جذب میشدند پروفسور تامسون یقین کرد که ذرات مزبور خود دارای بار الکتریکی منفی‌اند وجرم آنها را نیزحساب کرد . ذراتیکه بدینطریق کشف شدند بعدها بالکترون‌ها موسوم گردیدند

بار الکتریکی مثبت میدهند (۴۴). پروفسور تامسن دلیل منطقی خوبی اظهار میکند باین مضمون که اگر ذرات درون لوله دارای یکنوع بار الکتریکی (مثبت یا منفی) باشند بوسیله‌ی الکترود سوم، که‌خود دارای بارالکتریکی است، جذب یادفع خواهند شد. عملاهم‌همینطور شد یعنی آزمایش نشان داد که وقتی بالکترودسوم، که درمیان‌لوله نصب شده، بار الکتریکی منفی بدهیم ذراتیکه بشکل یکدسته اشعه درحرکتند وقتی مقابل آن رسیدند از آن فرار کرده مسیرخودرا عوض‌میکنند. ولی اگر بالکترود سوم بارالکتریکی مثبت بدهیم دسته اشعه‌ی مزبوروقتی‌مقابل آن رسیدندمسیرخودراتغییرداده‌بطرف آن جذب‌وبآن‌نزدیکترمیشوند.

بدین ترتیب نخستین دلیل و مدرك برای اثبات این عقیده بدست آمد که این شعاع یادسته اشعه‌ی‌مرموز درون‌لوله‌ازذرات بسیارریزی، که بارالکتریکی منفی دارند، درست شده‌اند. پروفسورتامسن که دانشمندی زیرك وباهوش بود نه تنها باین‌اکتشاف مهم نائل آمد بلکه او توانست وزن این ذرات را نیز، با وجودآنکه‌با سرعت زیادی‌در حرکت بودند، اندازه بگیرد. اومیدانست اگر بخواهیم گلوله ایراکه باسرعت ۹۰۰ میل (۱۴۴۰ کیلومتر) درساعت حرکت میکند از مسیرش منحرف‌کنیم خیلی مشکلتر از هنگامی است که گلوله باسرعت ۵۰۰ میل درساعت حرکت کند. درشرائط خاصی ازروی میزان انرژی‌که برای منحرف ساختن

۴۴- چنانکه درشکل ۱۷ ملاحظه‌میکنید‌بجای الکترود سوم‌یك‌جفت صفحه فلزی که درحقیقت‌دوالکترود میباشد بکارمیبرند. بیکی ازدوصفحه بارمثبت وبدیگری بارمنفی میدهند(که درشکل باعلامت + و – نشان‌داده شده) وذراتیکه درون لوله درحرکتند وقتی‌بفضای بین‌ایندو صفحه برسند صفحه مثبت آنها را جذب وصفحه منفی‌آنها رادفع میکنند. وبنا براین‌ذرات مزبورکه بصورت دسته اشعه‌ای هستند بهتر وبیشتر ازموقعی که فقط یك صفحه موجود باشد منحرف میشوند. مترجم

یك گلوله لازم است میتوان وزن آن گلوله را حساب کرد. (٤٥) در آزمایش تامسن انرژی که باعث انحراف دسته اشعه (٤٦) میشود همانا بار الکتریکی صفحه‌ای است (الکترود سوم) که در میان لوله قرار دارد. هرچه بار الکتریکی صفحه‌ی مزبور بیشتر باشد دسته‌ی اشعه بیشتر منحرف میشود. لهذا پروفسور تامسن با اندازه گیری این بار الکتریکی توانست وزن ذراتی را که بصورت اشعه درون لوله حرکت میکردند بدست آورد. اووزن هر ذره را $\frac{1}{1840}$ وزن اتم ایدرژن یافت (٤٧). وقتی بدانیم که اتم ایدرژن کوچکترین وسبك ترین اتمهاست آنوقت معلوم میشود این ذرات که با آنها سروکار پیدا کرده‌ایم قسمت فوق‌العاده کوچك ماده میباشند. اگر میلیونها از این ذرات را بصورت تلی رویهم بریزیم بازهم باهیچ میکرسکپی قادر بدیدن آن

---

٤٥ ـ مقصود این عبارات اینستکه مقدار انحراف یك گلوله بستگی دارد باسرعت آن گلوله، باوزن آن گلوله و بامیزان انرژیکه برای منحرف ساختن گلوله بکار برده میشود. حال اگر سرعت یك گلوله ومقدار انرژیرا که برای منحرف ساختن گلوله بکار برده‌ایم بدانیم ازروی مقدار انحرافی که گلوله می پذیرد میتوانیم وزن گلوله‌را حساب کنیم. (یك مسئله یك مجهولی میشود.) مترجم.

٤٦ ـ دسته اشعه دراین آزمایش درحقیقت ازمجموعه ذراتی بوجود آمده که چنانکه قبلا بیان شد دارای بار الکتریکی منفی اند. پس هرذره مانند یك گلوله میباشد و بهمان ترتیب که درباره‌ی گلوله بیان کردیم میتوان وزن آنرا اندازه گرفت. مترجم.

٤٧ ـ وزن یك اتم ایدرژن ۱٦٧،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰۰۰۰،۰۰۰۰۰۰۰/۰ (یعنی $10^{-25}\times 16/7$ گرم) است ووزن یك الکترون که $\frac{1}{1840}$ وزن اتم ایدرژن است ۹۱۱،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰/۰ (یعنی $10^{-28}\times 9/11$) گرم است

نخواهیم بود.»

کشف این ذره خبر هیجان انگیزی برای جهان دانش بود. کسانی که معتقد بودند آزمایش های کروکس وتامسن چیزی جزیك پدیده‌ی اتمی را نشان نمیدهد دست از عقیده خود کشیدند زیرا دیگر بوضوح پیوسته بود که این ذرات چیزی غیرازاتمها هستند و برای انسان تازگی دارند. **دکتر ج. جانستون ستونی** (۴۸) برای این ذرات جدید اسمی درنظر گرفت. او آنها را **الکترون** نامید. بسیاری ازفیزیك دانهای آن دوران باین فکر افتادند که شایدالکترونها مانند آجرهای کوچکی هستند که تمام‌اتمها از آن ساخته‌شده‌اند. این دانشمندان ازجاده‌ی حقیقت چندان دور نبودند ولی عده‌ای میپرسیدند چگونه ممکن است اتمها فقط از ذرات مادی که دارای بار الکتریکی منفی‌اند درست شده باشند؟ و حال آنکه بخوبی میدانیم که ذرات مادی که دارای بار منفی باشند یکدیگررا دفع میکنند. کسی داوطلب جوابگوئی باین معما نبود. اگرواقعاً اتمهافقط ازذراتیکه‌دارای بارمنفی‌اندتشکیل‌شده‌بودندمیبایستی منفجربشوند.

گروه‌دیگری‌ازفیزیکدانان‌بتعقیب فرحبخش‌شکار، یعنی الکترون که‌بتازگی کشف‌شده‌بود، پرداختند و برای آنکه مطالب‌بیشتری‌در باره‌ی آن‌بدست آورند آزمایش‌های‌بسیار بعمل‌آوردند. **پروفسور لنارد** (۴۹) آلمانی لوله‌ای را که درشکل۱۸ مشاهده میشود استادانه ساخت‌وچنین

۴۸- Dr. G. Johnstone Stoney فیزیکدان انگلیسی

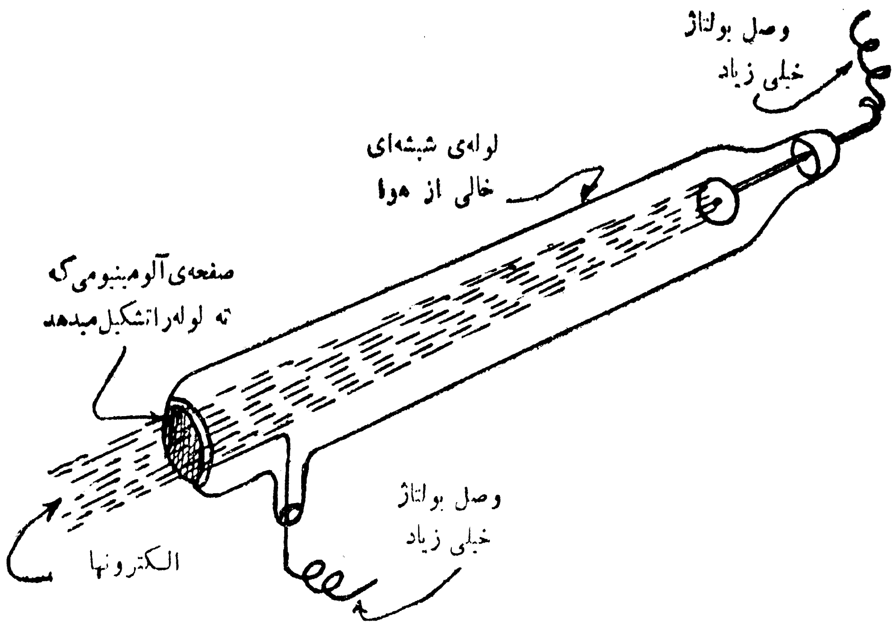
۴۹- Lenard

استدلال کرد که اگر این ذرات بقدر کفایت کوچك بوده و با سرعت کافی حرکت کنند باید بتوانند از ماده، بشرط آنکه دارای ضخامت مناسبی باشد، عبور کنند . این دستگاه بوی نشان داد که نظرش کاملا درست بوده است زیرا وقتی الکترونهای سریع السیر بصفحه آلومینیومی (۵۰) برخوردند از آن گذشته درخارج لوله وارد جو شدند ولی بعلت وجود میلیونها اتم از گازهای جو (۵۱) دراطراف لوله پیشرفت دراین آزمایش خیلی دشوار گردید زیرا الکترونها، پس از عبور ازصفحه آلومینیومی، در اثر برخورد زیاد با این اتمها فقط مقدار کمی که کسری از اینچ بود (اینچ مساوی ۲٫۵٤ میلیمتر) میتوانستند، پیش بروند .

حالا ببینیم این الکترونها که تشکیل دسته اشعه‌ای داخل لوله میدهند ، از کجا می آیند . آیا این الکترونها از اتمها (البته اتم های الکترودهای داخل لوله) کنده میشوند یا اصلا اینها ذراتی از ماده هستند که به اتمها نچسبیده و آزاد و پراکنده میباشند ؟ درحقیقت میتوان قبول کرد که هردو نظر دراصل دارای پایه واساسی هستند ولی ازطرف دیگر نکته‌ی دیگری که واقعا اکتشاف بزرگی محسوب میشود وما سابقا بیان کردیم اینستکه جریان برق نیز خود ازهمین ذرات کوچك(الکترونها) تشکیل شده که درهادی‌هائی مانند مس ، برنج وغیره حرکت میکنند و

۵۰ـ چنانکه درشکل ۱۸ ملاحظه میشود یك طرف لوله‌ی شیشه‌ی بجای شیشه باصفحه آلومی نیومی بسته شده. مترجم

۵۱ـ جو شامل همین گازهائیست که همه‌ی ما را احاطه کرده و در آن زندگی میکنیم. گازهای جو عبارتست ازاکسیژن وازت و بخار آب و گاز کربنیك وهلیوم، نئون، آرگون ، کریپتون ، گزنون. مترجم



شکل ۱۸ـ پروفسور لنارد، عالم آلمانی، بوسیلهٔ دستگاه فوق پی برد باینکه الکترونهای سریع الحرکت میتوانند ازورقه نازك آلومینیومی بگذرند.

هرگاه بموادی از قبیل شیشه . موم و بعضی چیزهای دیگر (۵۲) برسند نمیتوانند از آنها عبور کنند مگر آنکه دارای سرعت خیلی زیادی (یعنی ولتاژ خیلی زیاد) باشند ودراین صورت اخیر با جرقههای بزرك و سر و صدای زیاد بشدت وخشونت تمام از این مواد عبور میکنند.

پیش از آنکه جریان الکتریسیته راصرفاً ناشی ازحرکت الکترونها دانسته و بمطالعهٔ خود دربارهٔ آن ادامه دهیم، شایدلازم باشد که ابتدا بتحقیقات بیشتری دربارهٔ خواص الکترونها بپردازیم و پس از آن به بینیم

۵۲ـ این موادراکه مانع عبور جریان های معمولی برق اند عایق مینامند. مترجم

چطور اتمهای ماده از الکترونهائیکه یکدیگر را پس میزنند و بهیچوجه نمی خواهند در نزدیکی هم بمانند فراهم شده است.

چندی پیش گفتیم که بارهای الکتریکی «نامشابه»، یعنی مثبت و منفی، یکدیگر را جذب میکنند. پس از کشف الکترون باید از کتاب جالب تاریخ علوم چندین صفحه را جا بیاندازیم تا برسیم بکشف یك ذره‌ی اولیه‌ی دیگر ماده که آنهم بسیار بسیار کوچك است. بآسانی میتوان حدس زد که این ذره‌ی دومی دارای بار الکتریکی مثبت است. ناگزیر باید همینطور هم باشد زیرا درغیر اینصورت اتمیکه ما در نظر گرفته‌ایم پایدار نمیماند.

ذره‌ی جدید پروتون(۵۳) نامیده شد و بجای آنکه مانند الکترون دارای بار الکتریکی منفی باشد، دارای « **بار الکتریکی کاملا مساوی و مخالف الکترون** » است. خلاصه، بهمان درجه که الکترون دارای بار منفی است، پروترن دارای بار مثبت میباشد.

بعدها معلوم شد که هر اتم، از ایدرژن (سبك ترین اتمها) گرفته تا اورانیوم (سنگین ترین اتمها)، از یك هسته یا مرکز و عده‌ای الکترون. ساخته شده است هسته از پروتون‌ها تشکیل شده و الکترونها بدور آن میگردند بهمان ترتیب که سیارات بدور خورشید که مرکز منظومه‌ی شمسی ماست دور میزنند. دراغلب اتمها عده‌ی الکترونها باعده‌ی پروتون ها مساوی است بطوریکه یك تعادل الکتریکی دراین اتمها حکمفرماست واینگونه اتمها از لحاظ شیمیائی بطرز خارق العاده‌ای پایدار هستند. اما باید دانست که این امر عمومیت ندارد واتمهائی هستند که عده‌ی الکترون و پروتونشان مساوی نیست. دراتمی که عده‌ی پروتون ها بیش از الکترون‌ها است یك

Proton – ۵۳

حالت عدم تعادل الکتریکی وجوددارد وهرگاه چنین اتمی باتم دیگری که عده‌ی الکترونهایش بیش از پروتن ها باشد برسد باید منتظر بروز اتفاقات‌شیمیائی بود، بهمین‌معنی که این اتمهابایکدیگر داخل فعل‌وانفعالات شدیدی میشوند.

امروز هرعمل شیمیائی را درحقیقت نتیجه‌ی تبادل الکترونها بین اتمها میدانند.

فصل چهارم

ساختمان اتمها

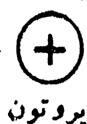
ایدرژن از تمام مواد جهان سبك‌تر است. بنابراین اتم آن کوچکتر وساده تر از سایر اتم‌ها بوده وتعداد ذراتیکه دراین اتم وجود دارد (٥٤) از ذرات مشکله‌ی سایر اتمها کمتر است. شکل ساده‌ی اتم ایدرژن را اینطور میتوان تصور کرد که: یك الکترون (-) باسرعت زیاد دورهسته‌ای که فقط شامل یك پروتون (+) است میگردد. درآنروزگاریکه دانش مادر باره‌ی اتمها هنوز مراحل کودکی رامیپیمود، اولین اتمیکه علمای فیزیك درعالم تصور ساخته بودند بصورت ساده‌ی فوق بود وساختمان ساده‌ی این اتم، که ازدوذره که دارای بار الکتریکی مساوی ومخالفند تشکیل شده بود، تمام حوائج نظریه‌ی جدیدماده را رفع میکرد. حرکت دائمی الکترون بدور پروتون ظاهراً برای آن بود که مانع جذب الکترون بتوسط پروتون بشود.

مطلب قابل دقت درباره‌ی این سازمان ساده این بود که وزن تمام

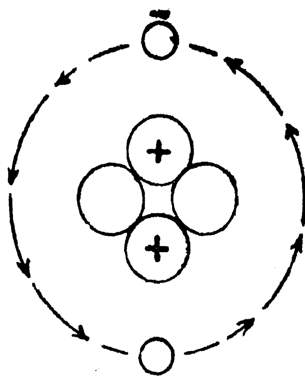
---

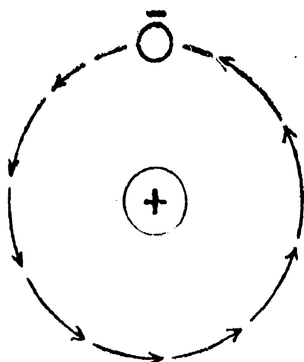
٥٤ منظور الکترون وپروتون است. مترجم











شکل ۱۹ـ (بالا) : سه ذره‌ی اصلی : الکترون ، پروتون ، نوترون
(پائین وچپ) تصویر فرضی اتم ایدرژن
(پائین وراست) تصویر فرضی اتم هلیوم

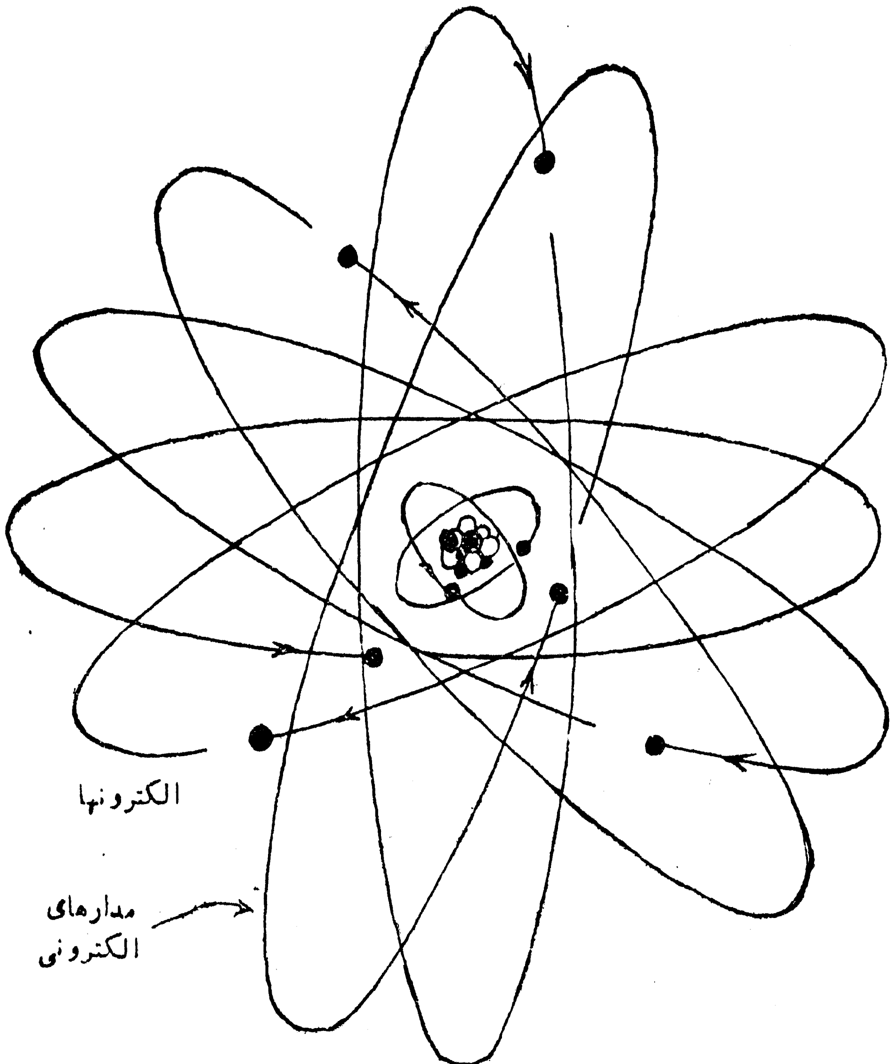
اتم ایدرژن عملا برابر بودبا وزن پروتون (۵۵). چون این اتم سبکترین عنصری بود که شناخته بودند جرم (۵۶) آنرا یك (۵۷) فرض کرده و

۵۵ـ چون وزن الکترون تقریباً $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ وزن پروتون است در اغلب محاسبات از وزن الکترون صرفنظر میکنند و لهذا اتم ایدرژن که یك الکترون و یك پروتون دارد وزنش تقریباً با وزن پروتون برابر میشود. مترجم

۵۶ـ خواننده میتواند دراینجا نیز بجای جرم همان وزن را در نظر بگیرد تا مطلب را آسانتر درك کند ولی باید دانست که جرم با وزن تفاوت دارد و درفهرست لغات علمی اول این کتاب سر کدام را بتفصیل شرح داده‌ایم. مترجم

۵۷ـ وزن واقعی یك اتم ایدرژن فوق العاده کم است وهمانطور که درزیرنویس شماره‌ی (۴۷) نوشتیم
۰/۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۱۶۷ گرم میباشد. عددیك که وزن اتمی ایدرژن بنا بفرض است در حقیقت وزن
۶۰۲،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ عدد اتم ایدرژن است. وزن اتمی سایر عناصر نیز بهمین نسبت ازوزن واقعی آنها بزرگتر است. مترجم

صورتی از تمام اتمها بترتیب وزن آنها تهیه کردندوایدرژن که سبکتراز همه بوددر رأس اینصورت قرار گرفت . اتمهائیکه در این صورت بعد از اتم ایدرژن آمده بودند عده‌ی بیشتری الکترون ، پروتون و نوترون

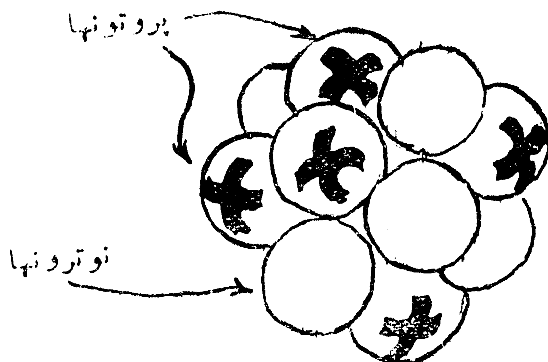


شکل ۲۰- چگونگی حرکت الکترون‌ها بدور هسته‌ی اتم برروی مدار های مختلف . هرچه الکترون ها از مرکز دورتر باشند قطر مدارشان بیشتر خواهد بود.

داشتند واتم ایدرژن یگانه اتمی بود که نوترون نداشت (درباره‌ی نوترون (۵۸) بعداً مطالب بیشتری بیان خواهیم کرد).

ساختمان اتم هائیکه بعداز ایدرژن قراردارند وشامل الکترونها و پروتونهای بیشتری هستند خیلی پیچیده تر میشود. بطوریکه در مورد اتمهای سنگینی مانند سرب، توریوم (۵۹)، اورانیوم وغیره علمای فیزیك نه‌تنها مجبور شدند وضع بسیار بغرنج و پیچیده‌ای برای پروتونها تصور بکنند بلکه ناچاربودندمدارها یامسیرهائی برای حرکت دورانی الکترونها نیز درنظر بگیرند زیرادرمقابل هر پروتونیکه درهسته‌ی اتم قراردارد یك الکترون‌هم بایدبدورهسته در گردش باشد.

طبیعتاً تمام این الکترونها نمیتوانند روی یك مسیر یا روی یك صفحه قرار بگیرند لهذافرض میکردند که بعضی الکترونها روی مسیرهائیکه



شکل ۲۱ـ چگونه نوترونها وپروتونهادرهسته‌ی اتمها جمع شده وتشکیل یك «بسته» میدهند.

۵۸ـNeutron ذره‌ای است که‌درهسته‌ی تمام‌اتم‌ها باستثنای‌اتم ایدرژن موجوداست‌وزن‌این‌ذره‌کاملا باوزن پروتون برابراست‌وفاقدبار الکتریکی میباشد (شکل ۲۱) مترجم.

۵۹ـ Thorium نام فلزی است. مترجم

بهسته نزدیك ترند حرکت میکنند وبعضی دیگر رویمسیرهای دورتری درحرکت میباشند و فکر میکردند (هنوزهم همینطور فکرمیکنند) این مسیرها، مانند نخهائیکه روی گلوله نخ پیچیده میشود، ازهمهطرف هسته را احاطه کردهاند و هرالکترون روی مدار مخصوصی بخودیکه بفاصله مشخصی ازهسته قرارگرفته حرکتمیکند. هرچهازهسته دورتر بشویم مدارها بزرگتر و بنابراین سرعت الکترونها بیشتر وسرسام آورمیشود. فاصلهی بینهستهی مدارهایالکترونی مختلف بامقایسه باکوچکیذرات مشکلهیاتم فوقالعادهزیاداست. بنابراین نظریه هراتم، اعم ازاینکهساده یادرهم وپیچیدهباشد، تقریباً توخالی ومجوف است واین موضوع راامروزهم قبولدارند. اگر فرض کنیم هستهی اتم ایدرژن بقدری بزرك شود كه باندازهی یك گردو برسد و فاصلهی آن نیز تایگانه الکترونی که دارد بهمین مقیاس زیاد شود دراینصورت فاصلهیالکترون ازهسته برابر با ۱۵۰ متر میشود واتم ایدرژن باین ترتیب بشکل دو گردو درمیآید که بفاصلهی ۱۵۰ متری از یکدیگرقرارگرفته ویکی بدوردیگری باسرعت بگردد (۶۰).

درهرفعل و انفعال شیمیائی که یك دانشجوی رشتهی شیمی انجام میدهد ودوعنصر رابایکدیگر ترکیب کرده جسم مرکبشیمیائی بدست میآورد درحقیقت سروکارش با «فیزیكالکترونی» (۶۱) و«فیزیكاتمی»

۶۰ـ مؤلف تشبیه دیگری بکار برده که ازذهن خوانندهی ایرانی قدری دوراست. قطر یك الکترون یاپروتون یك صد میلیاردیم ـ (۰/۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۱) میلیمتر وقطر تمام اتمام ایدرژن یكدهمیلیونیم میلیمتر (۰/۰،۰۰۰،۰۰۱) است وبنابراین قطر اتم ایدرژن ۱۰۰۰۰ برابر قطرهسته آن یاقطرالکترون آنست. مترجم

۶۱ـ Electronics قسمتی ازعلمفیزیك است کهدرباره‌ی الکترونو خواص آن بحث میکند. مترجم

است که «فیزیك هسته‌ای» (۶۲) نیز نامیده میشود .

اغلب عناصر مندرج درجدول تناوبی (۶۳) ازلحاظ شیمیائی فعال میباشند بدینمعنی که تحت شرائط خاصی باسایر عناصر ترکیب میشوند بعضی عناصر بقدری فعال بوده و میل ترکیبشان باسایر عناصر باندازه‌ای زیاد است که بمحض مجاورت تولید انفجار میکنند، مانند ترکیب ایدرژن بااکسیژن که منجر بتشکیل آب میشود . اما بعضی عناصر برای آنکه باهم ترکیب شوند احتیاج بیك نوع محرك دارند، مثلا بایدآنها را حرارت داد . وبالاخره بعضی عناصر دیگر وجود دارند که از لحاظ الکتریکی بقدری متعادلند که با هیچ عنصر و بهیچوجه ترکیب نمیشوند. گاز هلیوم از جمله‌ی این نوع عناصر است . این عناصر را که فاقد میل ترکیبی هستند عناصر بی اثر مینامند . اغلب بجای لغات فعال و بی اثر بترتیب لغات نا پایدار و پایدار استعمال میکنند .

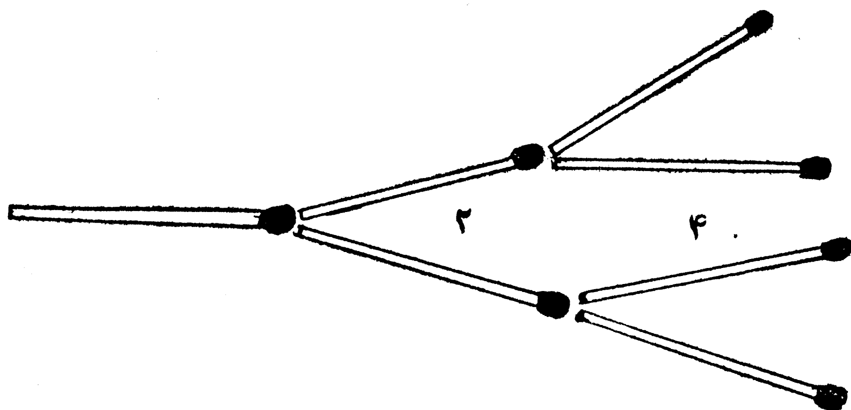
اکنون معلوم شده که میل ترکیبی یاجاذبه‌ی شمیائی عناصر مربوط به «الکترونهای ظرفیت» (۶۴) است که روی مدار های خارجی (۶۵) اتمها قرار دارند . وقتی دراثر یك فعل وانفعال شیمیائی دو عنصر باهم ترکیب میشوند الکترونهای ناپایدار مدارهای خارجی آن دو عنصر (که الکترون‌های ظرفیت نامیده میشوند) با یکدیگر متحد وهمراه شده و بدینترتیب

۶۲ـ Nuclear Physics دربار‌ه‌ی هسته‌ی اتم ها که از پروتون و نوترون تشکیل شده و انرژی اتمی گفتگو میکند. مترجم

۶۳ Periodic table بفهرست لغات این کتاب مراجعه‌شود. مترجم

۶۴ـ Valence electons بفهرست لغات علمی این کتاب مراجعه‌شود. مترجم

۶۵ـ مدار خارجی اتم مداری است که دورتر ازسایرمدارات باشد. ممکن است اتمی دارای چند مدارخارجی باشد یعنی چند مدارهمه بیك فاصله ازمرکز واقع باشند. روی هرمدارچنانکه میدانیم فقط یك الکترون حرکت میکند. بشکل ۲۰ مراجعه شود. مترجم



شکل ۲۲ـ تصویر فرضی وغیردقیقی که اصل فعل وانفعال زنجیری را نشان میدهد . وقتی کبریت اولیرا آتش بزنیم ، این کبریت باعث روشن شدن دو عدد کبریت بعدی میشود و اینهانیز بنوبه‌های خود چهارعدد کبریت بعدی را روشن میکنند و همینطور الی آخر.

دوعنصر با یك بند الکتریکی بیکدیگر میپیوندند . اساس تمام علم شیمی بطورسطحی واجمالی مبتنی برهمین امر است .

اما فعل وانفعالات زنجیری(۶۶)فقط بوسیله‌ی نوترونها عملی میشود . (فعل و انفعالات زنجیری اینستکه انفجار یك اتم فوراً باتمهای مجاور سرایت کرده باعث انفجار آنها شود و انفجار اینهانیز بنوبه‌ی خود باتمهای مجاور بعدی سرایت کند و همینطور پیش برود تا تمام جسم منفجر گردد . شکل ۲۲) . هرچند مادر فصل بعددر باره‌ی فعل و انفعالات زنجیری بیشترصحبت خواهیم کرد ولی فعلا شکل فوق بطور ساده کیفیت آنرا نشان میدهد .

چیزی ازعمر نظریه‌ی الکترنی یـا هسته‌ای ماده نـگذشته بود که

۶۶ـ Chain reaction فعل و انفعالات معمولی شیمیائی از قبیل تجزیه و ترکیب نیست. این یك فعل و انفعال درون اتمی است که موجب انفجار و درهم شکستن اتم ومولد مقادیر فوق‌العاده زیاد انرژی است . بمبهای اتمی را براساس همین فعل وانفعال ساخته‌اند. مترجم

اشکالات نا راحت کننده‌ای بروز کرد. بخصوص وقتی عناصر را بترتیب وزن اتمی و جدول تناوبی مرتب میکردند این اشکالات بارزتر میشد .

وزن اتم ایدرژن که فقط یك الکترون و یك پروتن داشت یك فرض میشد عنصریکه ظاهراً بلافاصله بعداز ایدرژن جای داشت گاز هلیوم بود و اشکال جدی ازهمین جا شروع میشد، زیرا شماره‌ی اتمی (٦٧) هلیوم دو بود و فرض کرده بودند که اتم آن دارای دوالکترن ودوپروتون است. بنا براین وزن اتمی هلیوم بعلت دارا بودن دو پرتون بایستی دو باشد در صورتیکه تجربه خلاف آنرا نشان میداد و وزن اتمی هلیوم واقعاً ٤ بود . خلاصه، وزن اتمی هلیوم ٢ واحد بیش از آن بود که پیش بینی شده بود و برای آن دلیلی هم موجود نبود.

آنچه درباره‌ی هلیوم بیان شد در باره‌ی سایر اتمهانیز صادق بود. مثلا کربن شماری اتمیش ٦ ولی وزن اتمیش ١٢ بود واین ٦ واحد اضافه وزن احتیاج بتفسیر داشت . خلاصه تمام عناصر بعداز ایدرژن وزن اتمیشان تقریباً دوبرابر شماره‌ی اتمیشان میشد بطوریکه مثلا عنصر بسیار سنگین اورانیوم بشماره‌ای اتمی ٩٢ دارای وزن اتمی ٢٣٨ بود . بیست سال گذشت تااین معما گشوده شد. فیزیکدانان زمان برای توجیه این تباین واختلاف نظریه‌ای وضع کردند که خالی از ارزش نبود . آنها چنین اظهار عقیده کردند که **پروتونهای خنثی شده** علاوه بر پروتونهای

٦٧ــ وقتی اتمهارا ازسبك ترین گرفته تاسنگین ترین برحسب وزن اتمی مرتب کرده دنبال هم بنویسیم هراتم یك شماره‌ی ترتیب پیدا میکند مثلا شماره ترتیب ایدرژن که اولین اتم است ١ است. شماره‌ی هلیوم ٢ است وهمین طورتا آخر. این شماره ترتیب راشماره‌ی اتمی گویند. مترجم

مثبت درهسته‌ی اتم وجود دارد واین اضافه وزن‌متعلق بآنهاست و باین سئوال که این پروتونهای‌خنثی شده ازکجا آمده‌اندچنین جواب میدادند که اینها ازپروتونهای‌مثبت معمولی هستند که بدلیلی یك الکترون جذب کرده‌اند وچون بارمنفی الکترون‌مساوی ومخالف بارمثبت پروتون‌است آنرا خنثی کرده است . اما نوابغیکه مشغول کاوش در هسته‌ی اتم بودند میدانستندکه این عقیده جز پاسخ‌سستی بیش نیست‌وسئوالات دیگری‌را برمیانگیزد که تامسئله حل‌نشود بی‌جواب‌میمانند .

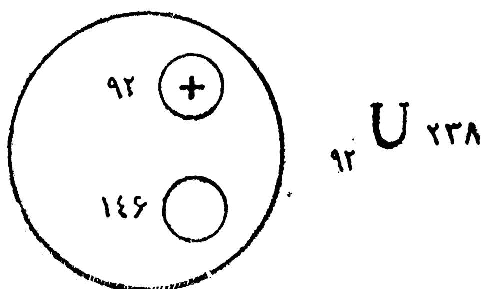
این‌پرتونهای باصطلاح خنثی‌شده که بفرض درنتیجه‌ی اتحاد یك پروتون ویك‌الکترون بوجودآمده بودند واقعاً مانندااتم ایدرژنی بودند که‌له شده والکترون وپروتونش درهم رفته باشد .

دربار‌ه‌ی‌اتم اورانیوم‌فکر میکردند که‌باید۹۲پروتون‌معمولی‌و۱۴۶ پروتون خنثی‌شده داشته‌باشد وباین‌ترتیب حاصل‌جمع ۹۲پروتون و۱۴۶ پروتون‌خنثی شده مساوی ۲۳۸میشدکه همان وزن اتمی اورانیوم بود. این‌طرزتفکروتوجیه‌لااقل‌این‌فایده‌رادربرداشت که‌مغزعلمائیرا که‌دربار‌ه‌ی اتم کارمیکردند موقتاً آسوده‌میکرد .

معمای « پروتون خنثی شده » مدت بیست‌سال باقیماند تا اینکه **جان‌چدویك**(٦٨) انگلیسی‌بسال۱۹۳۲ باجواب قاطعی قدم پیش‌نهاد .

٦٨ـ مؤلف درذکرنام این دانشمند متاسفانه اشتباه کرده است‌زیرا نام‌این‌فیزیکدان‌انگلیسی معاصرسرجیمزچدویك Sir James Chadwick است که بسال ۱۸۹۱ متولد شده و بسال ۱۹۳۵ بمناسبت کشف نوترون برنده‌ی جایزه‌ی نوبل درفیزیك شناخته شده است. مترجم

وی هنگامیکه عنصر سبك بریلیوم (۶۹) را بااشعه‌ی آلفا (بهتراست بگوئیم ذرات آلفا) (۷۰) که ازرادیوم بیرون میآید بمباران میکرد ملاحظه نمود که ذرات مخصوصی ازاتم‌های این عنصر خارج میشوند که مانند یك حیوان وحشی بسیار سخت و نافرمان هستند. هنگامیکه ذرات (اشعه‌ی) آلفا یا بتا تحت اثر میدانهای نیرومند الکتریکی یا مغناطیسی قرار گیرند وضعی پیدامیکنند که قابل پیشگوئی است. بدین معنی که دراین هنگام همیشه از مسیر حرکت خود



شکل ۲۳ـ نمایش مصور اتم اورانیوم ۲۳۸ دایره‌ی سیاهی که با عدد ۱۴۶ مشخص‌شده تعداد نوترن های موجود دراین اتم‌را نشان می‌دهد. (چون این‌شکل ناقص واسباب گمراهی است لطفاً بتصویر فرضی‌اتم اورانیوم که در آخر کتاب قراردارد مراجعه فرمائید. مترجم)

۶۹ـ Beryllium فلز کمیابی است. نام دیگرش گلوسی نیوم Glucinium است. مترجم

۷۰ـ Radium فلزی است کمیاب که دراتمهای آن خودبخود و بدون محرك خارجی فعل وانفعالات زنجیری دائم‌وملایم برقرار است‌و بنا براین اتمهای آن دائماً و باهستگی منفجرمیشوند و در نتیجه‌ی این انفجار ذرات آلفا، ذرات بتا واشعه‌ی گاماخارج میکنند. ذرات آلفا دارای بارالکتریکی مثبت وذرات بتا همان الکترونست ودارای بار الکتریکی منفی است و اشعه‌ی گاما همان اشعه‌ی ایکس‌است منتهی‌ازاشعه‌ی ایکسی که در پزشکی برای عکس برداری ومعالجات سطحی بکار میرود بمراتب قویتروناقذتر است و بهمین جهت امروزه از رادیوم برای معالجه‌ی بیماریهائی از قبیل سرطان استفاده میکنند. مترجم

منحرف میشوند. ولی ذراتیکه چدویك از اتم بریلیوم بیرون رانده بود فاقد این خاصیت بودند. این ذرات نه تنها خیلی آهسته حرکت میکردند بلکه مغناطیس‌ها یا بارهای الکتریکی نیرومند نیز بر آنها کوچکترین اثری نداشت و، باوجود کندی حرکت، بآسانی هرچه تمامتر میتوانستند در ماده نفوذ کنند. این امر که ذرات جدید میتوانستند بآسانی درماده نفوذ کنند و بارهای الکتریکی و میدانهای قوی مغناطیسی بر آنها بی‌اثر بود نشان میداد که ذرات مزبور ازلحاظ الکتریکی خنثی هستند. چیزی طول نکشید که چدویك بنحو قاطعی ثابت کرد این ذرات معمای اوزان اتمی را حل میکنند و معلوم شد که وزن آنها باوزن پروتون معمولی که برحسب قرار داد ۱ فرض شده مساوی بوده و، برخلاف عقیده‌ی سابق، اتمهای له‌شده ودرهم فرورفته‌ی ایدروژن نیستند والکترونی بآنها نچسبیده است. این ذرات فقط عبارت بودند از پروتونی که فاقد هرگونه بار الکتریکی باشد وبهمین دلیل آنهارا «نوترون» نامیدند.

ازاین پس باید باتمهای تمام عناصر بانظر جدیدی نگاه کرد بدین معنی که وجودیك ذره‌ی جدید، یعنی نوترون، رانیز باید در هسته‌ی تمام اتمها، باستثنای اتم ایدرژن، درنظر داشت. باین ترتیب هلیوم دارای ۲ پروتون و۲ نوترون و کربن دارای ٦ پروتون و٦ نوترون و باریوم (۷۱) دارای ٥٦ پروتون و۸۱ نوترون است.

درهمان ایام معلوم گشته بود که نوترون مؤثرترین و نافذترین گلوله‌ی اتمی است زیرا وقتی باذرات الکتریسته دار نظیر الکترون

۷۱- Barium نام فلزی است. مترجم.

یا پروتون، بسمت هسته‌ی اتم‌ها شلیك میکردند این ذرات به نیروهای الکتریکی دیگری، که دراثر الکترونها یا هسته‌ی اتم تولید شده بود، برمیخوردند و آنوقت یا اصلا دفع شده و بهسته‌ی اتم نمیرسیدند و یا، اگرهم احیاناً بهسته میرسیدند، بر آن بی‌اثر ویا دارای اثر کمی بودند.

ولی نوترونها چون فاقد بار الکتریکی بودند میتوانستند تا درون هسته‌ی سنگین‌ترین و پیچیده‌ترین اتمها باکمال سهولت پیش بروند و بمحض آنکه وارد هسته شدند میتوانستند آنرا ازهم بپاشند. نوترون گلوله‌ای بود که دست یافتن بانرژی اتمی را میسر ساخت.

تاامروز درحدود ۱۹ نوع ذره‌ی اتمی شناخته‌شده که عمل بعضی از آنها هنوز معلوم نگردیده ولی برای مقاصد ماشناختن سه نوع ذره‌ایکه شرح دادیم، یعنی الکترن (-)، وپروتون (+) ونوترون که‌ازلحاظ الکتریکی خنثی است کفایت میکند.

فصل پنجم

انرژی
یا
شبح ماده

پس از کشف رادیوم بوسیلهٔ مادام کوری (۷۲) وشوهرش پیر (۷۳) بسال ۱۸۹۸، فیزیکدانها درفهم وتوجیه خواص ایـن عنصر عاجز ماندند. اتم آن بسیار پیچیده ودائما درحال یکنوع انقلاب درونی بودو باهیچ نیروئی ممکن نبود از انقلاب هستهٔ آن جلوگیری کرد. رادیوم

۷۲- Mme Marie Sklodowska Curie مادام ماری سکلودوفسکا کوری (۱۸۶۷-۱۹۳۴) مشهور به مادام کوری متولد درلهستان وشیمی‌دان وفیزیکدان فرانسوی میباشد. وی دو بار بدریافت جایزهٔ نوبل نائل شد. یکی بسال ۱۹۰۳ باتفاق شوهرش بمناسبت تفحصاتی که در بارهٔ رادیوآکتیویته کرده بودند. باردوم بسال ۱۹۱۱ بمناسبت کشف فلزرادیوم. مترجم

۷۳- Pierre Curie (۱۸۵۹-۱۹۰۶) شیمی دان و فیزیکدان فرانسوی. وی باتفاق همسرش، مادام کوری، جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ را درفیزیک بمناسبت تفحصاتی که در باره رادیوآکتیویته کرده بودند بدست آورد. مترجم

حتی در بالاترین و پست‌ترین درجات حرارت‌وفشار نیز ذرات خودرا بشکل اشعه گاما (اشعه‌ایکس)، الکترونها (ـ) وذرات آلفا (۷۴) که‌در حقیقت‌اتمهای دومین‌عنصر سبك، یعنی گازهلیوم، بود بخارج پرتاب‌میکرد (۷۵). ازطرف دیگر چون رادیوم‌همیشه کمی گرمتر ازمحیط خودبودمعلوم‌میشدامواج حرارتی‌نیز تولیدمیکند واین کیفیت باعث میشد که‌خواص عجیب‌رادیوم پیچیده‌تر بشود.

هراتم رادیوم پس‌از طی مراحل اسرار آمیزی سبك تـر شده و سازمانهای جدید و پیچیده‌ای در هسته‌اش بوجود میآید. بدین ترتیب اتمهای رادیوم پس‌از یك‌سلسله تحولات طولانی وپشت سرهم که چندین قرن طول‌میکشد تبدیل باتمهای پایدار سرب میشود (۷۶). حدس علما،

۷۴ـ درزیرنویس شماره‌ی (۷۰) شمه‌ای ازخواص رادیوم‌را بیان کردیم که‌اتمهای‌این‌عنصر دائماًدرحال‌تجزیه‌و تحلیل (Desintegration) هستند. اکنـون یـادآور مـی شویـم که این تـجزیه و تحلـیل بهیچ وجه ربطی بشرائط محیط خارج ندارد. بدین‌معنی که سرما وگرما وفشار ورطوبت وموادشیمیائی وغیره نمیتوانند تغییری درسرعت تجزیه و تحلیل رادیوم بدهند. مترجم.

۷۵ـ ذرات آلفـا که دارای بار الکتریـکی مثبت‌اند از هلیون (Helion) تشکیل شده اند. هلیون عبارت از اتم هلیومی است که دو الکترون خودرا ازدست داده‌باشد. بنا براین ذرات آلفا و یاهلیون در حقیقت هسته‌ی اتم‌هلیوم میباشند. مترجم

۷۶ـ اتم رادیوم ابتدا ذرات آلفا ازخود بیرون‌میدهد و تبدیل به عنصرجدیدی بنام‌رادون (Radon) می‌شود. رادون که عنصر گازی شکل ناپایداری است بنوبه‌ی خود باازدست‌دادن‌اشعه آلفا تبدیل به‌عنصر دیگری بنام رادیوم A می‌شود. این‌تبدیلات خود بخود وهمینطور پیش‌میرود و بترتیب رادیوم‌های B و C و C‘ و C” و D و E و پولونیوم (Polonium) وبالاخره سرب بدست‌میآید که عنصر پایداری است. مدت زمانیکه‌طول میکشد تانصف یك قطعه رادیوم تجزیه وتبدیل بسرب شود تقریباً ۱۶۰۰ سال است. مترجم

مبنی براینکه مقداری ازوزن اتمهای رادیوم درضمن این تحولات عجیب بانرژی تبدیل میشود ، مقرون بحقیقت بود و در همین ایام دانشمندان فهمیدندکه ماده ممکن است بانرژی تبدیل گردد و نیز متوجه شدند که اتمها قابل انفجار میباشند . البته رادیوم ، مانندیك ترقه‌ی مرطوب، خیلی بکندی منفجر میشدو علما از خود میپرسیدند اگر بشود کاری کرد که این انفجار بسرعت و در یك لحظه انجام گیرد ، و انرژی که بتدریج تولید میشود درمدت کسری ازثانیه تولیدشود، چه اتفاقی خواهد افتاد ؟ وسائل کوچك وظریفی که در روزهای اول کاوش های اتمی ساخته شده بود و معادلات ریاضی که بکارمیرفت بطور قاطعی نشان دادندکه قدرت انفجار های اتمی ، بامقایسه بامیزان ماده‌ایکه مصرف میشود ، خیلی بیشتر از تمام‌موادی است که قبلا ساخته‌ویادرعالم خیال تصور کرده‌بودند .

اگر بتوانیم تمام‌موادبراکه ازانفجار باروت ، «ت.ن.ت» (۷۷) و یا دینامیت حاصل‌میشود جمع آوری ووزن کنیم ملاحظه خواهیم کرد که وزن‌این‌مواد روبهمرفته باوزن جسمی که منفجر کرده‌ایم برابر است . اما این‌موضوع درباره‌ی انفجارهای اتمی صادق نیست زیرا در انفجارهای اتمی قسمتی‌از جرم‌اتم بیك‌نحوی بکلی نابودمیشود . پس دراینجا ماده تبدیل بانرژی میگردد و باین ترتیب رابطه‌ی عجیب بین ماده و انرژی بتدریج آشکارمیشود .

یك‌مطلب‌دیگر نیز باعث‌ناراحتی دانشمندانی بودکه دراین زمینه کارمیکردند . بدین معنی که وقتی سرعت الکترونها را زیادتر میکردند

---

۷۷ ــ .T.N.T تری نیترو تولوئن یکی از مواد منفجره‌ی نسبتاً قوی است. مترجم.

جرم آنها نیز زیادتر میشد. این امر بعکس «تبدیل جرم بانرژی» است. یعنی ما دراین جا با «تبدیل انرژی به جرم» مواجه هستیم. همانطور که برای سرعت دادن باتوموبیل باید بآن انرژی بدهیم، سریع کردن الکترونها نیز انرژی الکتریکی لازم دارد و همین انرژی که بالکترون میدهیم بصورت افزایش وزن الکترون بروز میکند. الکترونیکه باسرعت ۲۰۰۰۰ میل درثانیه حرکت میکند سبك‌تر از الکترونی است که سرعتش ۵۰۰۰۰ میل درثانیه است. پس تبدیل انرژی وماده بیکدیگر دوطرفی است یعنی هریك میتواند بدیگری تبدیل شود.

پیش از سال ۱۸۸۵، بذهن هیچ فیزیکدانی خطور نمیکرد که بین یك اونس (۷۸) ماده ویك واحد انرژی ازقبیل آمپر (۷۹)، اسب بخار (۸۰)، وات (۸۱)، کالوری (۸۲) و یا واحد انگلیسی حرارت (۸۳) رابطه‌ای موجود باشد. هیچکس ماده را بصورت انرژی وانرژی را بصورت ماده تصور نمیکرد واگر میپرسیدید آیا ماده قابل تبدیل بانرژی هست یانه؟ علما

---

۷۸ – Ounce واحد وزن امریکائی و انگلیسی است. علامت اختصاریش .oz و برابر است با ۲۸/۳۵ گرم.

۷۹- واحد شدت جریان برق

۸۰- واحد قدرت است. بطور خلاصه «اسب» گفته میشود مثلامیگویند موتور ۱۲ اسب بخار مقدار انرژی است که بتواند درمدت یك ثانیه ۷۵ کیلو گرم باررا یك مترازمین بلند کند.

۸۱- واحد قدرت الکتریکی است.

۸۲– Calorie واحد حرارت است و برابر با مقدار حرارتی است که اگر بیك گرم آب بدهیم یکدرجه گرمتر شود.

۸۳- تقریباً ۲۵۲ کالری است علامت اختصاریش .B.T.U است.

این سئوال را بی‌ربط و بی‌معنی میدانستند . حتی خود **اینشتین** (۸٤) کبیر نیز شایدفکر بمب یاپیل اتمی‌را هم نکرده‌بود زیرا سالها تجربه وصبر و پشت کار لازم بود تافرمول مشهور $E=MC^2$ او (۸۵) ازعالم نظر بعالم عمل‌واردشودو بصورت‌یك قانون‌فیزیکی در آید(درباره‌فرمول $E=MC^2$ بعداً بیشتر صحبت‌خواهم کرد).

اگردوباره باتوم ساده‌ی هلیوم که‌درهسته‌اش ۲ پروتون و ۲ نوترون وجود دارد توجه کنیم ممکن‌است مطالب بیشتری درباره‌ی رابطه‌ی‌عجیب بین‌ماده وانرژی‌بیاموزیم . هنگامیکه دانشمندان دست‌بکاراندازه گیری های دقیق جرم‌یاوزن پروتون و نوترون شدند اتفاق جالب توجهی افتاد . عمل باین‌سادگیها که فکر کرده بودند نبود . ووزن هسته‌ی هلیوم درست مساوی وزن ۲ پروتون و ۲ نوترون نمیشد (باید بخاطرداشته‌باشیم که‌وزن الکترونها بقدری ناچیز است‌که وزن هراتم تقریباً برابر وزن هسته‌ی آنست.) بلکه کمی کمتر بود . اینطوربنظرمیآمدکه طبیعت وقتی‌مشغول ساختن اتم هلیوم بوده‌است ظاهراً قدری‌ازجرم هسته‌ی آن‌ناپدید شده و بصورت انرژی در آمده است .

این تفاوت جرم‌هسته‌ی هلیوم واقعاً چه‌شده بود ؟ آیاطبق فرمول ریاضی که **دکتر آلبرت اینشتین** توصیه کرده است (بسال ۱۹۰۵) تبدیل بانرژی گردیده ؟نابغهٔ بزرك، اینشتین، حتی چندین سال‌قبل هم‌عقیده‌داشت که

۸٤- Einstein

۸۵- این‌فرمول رابطه‌ی بین‌جرم وانرژی رانشان میدهد ودرآن E انرژی و M جرم و C سرعت نوراست. مترجم.

انرژی و ماده دو صورت مختلف یك حقیقت واحد هستند و بدنبال همین عقیده بود که فرمول مشهورش، $E = MC^2$ را منتشر کرد که جهان را تکان داد. در این فرمول E برابر انرژی، M برابر جرم ، و C برابر سرعت نور میباشد. با آنکه بسیاری از دانشمندان در آنزمان با عقیده‌ی دکتر اینشتین موافق نبودند ولی این حقیقت وحشتناك پس از انفجار اولین بمب اتمی بثبوت رسید . فرمول ریاضی اینشتین شاید با اهمیت ترین فرمولی باشد که تاکنون در تاریخ بشر نگاشته شده‌است .

اکنون برگردیم بموضوع تناقضی که درباره‌ی وزن هسته‌ی هلیوم پیش آمده بود . بدواً با اندازه گیریهای دقیق معلوم شده بود که جرم پروتون درست برابر واحد نیست بلکه مساوی ۱٫۰۰۷۵۸ و جرم نوترون ۱٫۰۰۸۹۳ میباشد که تقریباً و عملا یکسانند . چون هسته‌ی هلیوم از ۲ پروتون و ۲ نوترون ساخته‌شده و جرم دو پروتون برابر ۱٫۰۰۷۵۸×۲ یا ۲٫۰۱۵۱۶ و جرم ۲ نوترون برابر ۱٫۰۰۸۹۳×۲ یا ۲٫۰۱۷۸۶ میباشد پس جرم هسته‌ی هلیوم که حاصل جمع این دو عدد است برابر میشود با ۴٫۰۳۳۰۲ . ولی آزمایس نشان میدهد که جرم هسته‌ی اتم هلیوم مساوی ۴٫۰۳۳۰۲ نبوده بلکه ۴٫۰۰۲۸۰ میباشد که کمی کمتر از جرم نظری آنست و اختلاف آندو به ۰٫۰۳۰۲۲ بالغ میشود . همین جزء کوچك از جرم هسته (درحدود $\frac{3}{400}$ جرم هسته) است که هنگامیکه طبیعت اتم هلیوم رادرست میکرده بنوعی از بین رفته است. امابایددید این جزء کوچك جرم چطورشده و کجارفته است ؟ .

چنانکه اکنون معلوم گردیده ، در دنیای انرژی هسته‌ای ، جرم

۰٫۰۳۰۲۲ گرم قابل صرفنظر کردن نیست. اگر همین جزء کوچك جرم را ، که متعلق بچند بیلیون (۸٦) اتم میباشد ، ناگهان زیر صندلی ما بانرژی تبدیل کنند نتیجه‌ی بسیار غم انگیزی ببار خواهد آمد .

به‌بیان ساده‌تر، این تناقض درجرم هسته‌ی‌هلیوم بالغ بر ۳ واحددر مقابل ٤۰۰ واحد است (یعنی درهر چهار صد گرم ، سه گرم تفاوت وجود دارد). هنگام تشکیل یك گرم هلیوم از ایدرژن اگر همین $\frac{۳}{۴۰۰}$ تفاوتی که بیان کردیم تبدیل بانرژی الکتریکی شود بوسیله‌ی آن میتوان ۲۰۰٫۰۰۰ چراغ صدواتی (صدشمعی) راتامدت ۱۰ ساعت روشن نگاهداشت! وقتی ما با تبدیل انرژی و ماده بیکدیگر مواجه هستیم نمیتوانیم ازماده حتی بقدر یك سرسنجاق هم که باشد صرفنظر کنیم .

اکنون بعضی از دانشمندانیکه درهسته‌ی اتم کار میکنند معتقدند حرارت فوق‌العاده زیادی که دائماً درکوره‌ی آفتابی بزرك مایعنی خورشید تولید میشود براثر ترکیب دو اتم ایدرژن وتولید یك اتم هلیوم بوجود میآید .

ظاهراً درهسته‌ی اتمها پس ازهر انفجار و تولید انرژی اتمی یا انرژی هسته‌ای سازمان جدیدی بوجـود میآید و هسته‌ی جدید همیشه حالت پایدارتری نسبت بهسته‌ی قبل دارد . مثل اینکه طبیعت خواهان یکنوع حالت بیطرفی است که در آن حالت اتمها بتوانند پایدارتر و بهتر بمانند . گاهی حالت ثبات و پایـداری بلافاصله پس ازیك مرتبه تجدید سازمان در هسته ایجاد نمیشود مانند اتم رادیوم. همانطور که قبلا بیان شد این اتم

۸٦ـ هزار میلیون ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰

پس از یك سلسله‌ی طولانی تجدید سازمانهای متنوع باتم پایدار سرب تبدیل میگردد (۸۷) .

قبلا بیان کردیم که اتمها ازلحاظ وزن و پیچیدگی ساختمان درونی با هم تفاوت بسیار دارند وبترتیب که اتمها سنگین‌تر میشوند از لحاظ ساختمان درونی نیز پیچیده‌تر شده و برخی ازاتمها پایداریشان کمتر میشود. مطلب دیگریکه برای دانشمندانیکه در باره‌ی هسته‌ی اتم کار میکنند جالب توجه است اینستکه پروتون‌ها و نوترونها در هسته‌ی اتم چگونه بدورهم جمع وتا این‌درجه بهم بسته‌شده ومجموعه‌ی واحدی را تشکیل داده‌اند . چیزیکه بیشتر حائز اهمیت‌است این‌موضوع میباشد که‌دانشمندان «فیزیك هسته ای» ما مدتها مبهوت بودند که پروتونها و نوترونها بچه ترتیب درهسته‌ی‌اتم بدورهم گردآمده وچنان سخت بهم بسته‌شده‌اندوحال آنکه نوترونهافاقد بارالکتریکی وپروتونها دارای‌بارمثبتند . باخواندن قسمت اول این کتاب ، فهمیده‌ایم که بارهای‌الکتریکی مشابه یکدیگررا دفع میکنند وپس‌میزنند واکنون متحیریم که‌چگونه این بسته‌ی کوچك ظریف ، یعنی‌هسته‌ی اتم، خودبخود ازهم نمیپاشد ، وحتی‌یك قدم هم از اینجا بالاتر گذاشته میگوئیم چگونه از اول پروتون ها و نوترونها را توانسته اند‌در کنارهم جای دهند ؟ وقتی دو توپ پینك پونك را که‌دارای بارمثبت باشند نزدیك هم بگذاریم یکدیگر راعقب میزنند . پس چرا پروتونها این کاررا نمیکنند؟ آیا وجودنوترونها مانع این عمل است؟ بغیر

۸۷ــ دراین‌مورد بزیرنویس شماره‌ی(۷۶) همین فصل‌مراجعه کنید.

ازاتم ایدرژن که فقط دارای یك پروتون و یك الکترون است (۸۸) سایر اتمها دارای مقداری نوترون میباشند کـه تقریباً معادل عده ی پـروتون آنهاست . آیا همین نوترونها مانع فرار پروتونها ، که دشمنان الکتریکی همند، ازیکدیگر میشوند ؟

بنظر نمیرسد که تاکنون کسی جواب کاملی باین مسئله داده باشدو نظریه‌هائیکه دراین خصوص پیشرفت کرده بقدری بغرنج و پیچیده میباشد که ازحوصله‌ی این کتاب خارج است .

اکنون میتوانیم فکرمانرا بجانب امر جالبی که قبلا ممکن نبود بخاطرما خطور کندمنعطف سازیم . دانستیم که وقتی دواتوم ایدرژن باهم ترکیب شده و یك اتوم هلیوم را تشکیل دهند مقداری ازجرم بصورت انرژی ازبین میرود. خلاصه بهنگام ساختمان اتومها یاترکیب اتمهای سبك برای ساختن اتمهای سنگین‌تر ، ممکن است مقداری انرژی تولید شود .

رادیوم وسایرعناصر رادیو آکتیو برعکس قاعده بالا رفتارمیکنند بدین معنی که اینها دائماً در حال درهم شکستن و کاهش وزن هستند و مقدار کمی از این وزن یاجرم بانرژی تبدیل میشود . بنا براین معلوم میشود که انرژی هم « بطریقه‌ی افزایش » یعنی بهنگام ساختمان اتومها وهم بهنگام خردشدن اتمها تولید میشود .

مقدارانرژیکه براثر استحاله‌ی ماده بانرژی ، بهنگام تشکیل یادرهم شکستن اتمها تولید میشود بستگی بعاملی دارد که دانشمندان فیزیك

۸۸ـ ایدرژن معمولی دارای یك پروتون و یك الکترون است ولی بعدها درهمین کتاب خواهیم دید که بعضی ازانواع ایدرژن وجود دارد که درهسته‌اش یك الی دو نوترون موجود است . مترجم .

هسته‌ای آنرا «ضریب بهم بستگی» (۸۹) مینامند. ضریب بهم بستگی برای هر عنصری حساب شده ودراین محاسبات ایدرژن مبنی قرار گرفته است. ضریب ایدرژن صفراست زیردرهسته‌اش بیش‌ازیك پروتون وجود ندارد ولهذا اصلانمیتواند چنین‌ضریبی داشته باشد. اتمها علاوه برضریب بهم‌بستگی دارای یك‌انرژی «بهم‌بند» (۹۰) نیزمیباشند. «انرژی بهم‌بند» مقداری انرژی‌است که در هرنوع انفجار اتمی‌تولیدومنتشر میشود. باری قلم فرسائی کامل در این قسمت از ممکن است بشدت باعث اغتشاش ذهن شود.

۸۹ـ Packing Factor ضریبی است که بمیزان بهم پیوستگی پروترونها درهسته‌ی اتمها بستگی دارد. مترجم

۹۰ـ Binding Energy

فصل ششم

پسرعموهای اتمی

ایزوتوپها

ما تـا کنون بیشتر باساده ترین اتمهای موجود درطبیعت ، یعنی با اتمهای ایدرژن وهلیوم سر و کار داشتیم . اتمها هرچه بزر گتر وسنگین‌تر بشوند بیچیده‌تر نیزشده وعده‌ی پروتونها ونوترونها والکترونهائیکه‌در آنها است بیشتر میشود .

اگر تمام‌عنصرهای ماده‌را که درحدود ۹۵عددمیباشند (مواد اساسی کره‌ای زمین) بترتیب وزن اتمی مرتب کنیم جدولی‌بنام **جدول تناوبی** تشکیل میشود . این جـدول ازسبکترین اتـم ، یعنی ایـدرژن، شروع و بسنگین‌ترین‌اتمها‌که اورانیوم است ختم میشود (۹۱) .

۹۱ـ جدولیکه دارای ۹۵ عنصرباشد باورانیوم ختم‌نمیشود بلکه‌به آمریسیوم که شماره‌ی اتمیش ۹۵ است‌ختم میشود. زیرااورانیوم، بشماره‌ی اتمی ۹۲، نودودومین عنصر جدول تناوبی است. برای کسب اطلاع‌بیشتری بجدول تناوبی در فهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه شود . مترجم

فیزیکدانانیکه درهستهٔ اتم کار میکنند نیزاتم، را بهمین ترتیب مرتب مینمایند وعلاوه براین دو عدد نیز همراه هر اتم مینویسند. مثلا بجای اورانیوم مینویسند $_{92}U^{238}$. عدد ۲۳۸ وزن اتمی وعدد ۹۲ شمارهٔ پروتونهای موجوددرهسته و درضمن شماری ترتیب اتوم اورانیوم را در جدول تناوبی نشان‌میدهد. درهستهٔ اورانیوم ۱٤٦ نوترون نیزهمراه بااین ۹۲ پروتون‌وجوددارد. ازجمع ۲٤٦ و۹۲عدد ۲۳۸ بدست میآید که همان وزن اتمی میباشد.

مثلا وزن اتمی کربن ۱۲ است زیرا هسته‌اش دارای ٦ پروتون و ٦ نوترون است. (۱۲ = ٦ + ٦) و بهمین جهت کربون را بصورت $_{6}C^{12}$ نشان میدهند. در هستهٔ اتم لیتیوم (۹۲) ۳ پروتون و ٤ نوترون موجوداست. بنابراین وزن‌اتمی لیتیوم ۷ میباشد وهمین طور الی آخر. اگرمطالعات ما دراتم بیش‌ازاینکه فعلا هست میبود، ملاحظه میکردیم که‌جدول تناوبی ابداً باین سادگی که بنظرمیرسد نیست. بین عناصر جدول تناوبی، درچندین محل باید اتمهای جدیدیرا جای داد که میتوان آنهارا پسر عموی بعضی از اتمهای مندرج در جدول نامید زیرا شباهت آنها بیکدیگر بحدی است که‌عملا یکی هستند درصورتیکه واقعاً باهم‌فرق‌دارند. مثلا مادرحقیقت سه‌نوع اتوم‌ایدرژن‌داریم. یکنوع‌همان ایدرژن معمولی است که باآن بالون را پرمیکنیم. این‌ایدرژن معمولی بتوسط شیمی دانها وفیزیکدانهای ما کـه‌درهستهٔ اتم کارمیکنند H^1 نمایش داده شده. نوع‌دوم‌ایدرژن باعلامت H^2 نشان داده میشود. وزن

۹۲– Lithium سومین اتم درجدول تناوبی‌است. فلزی است‌سبك و قلیائی. مترجم

اتمی ایدرژن معمولی تقریبا یك است در صورتیکه وزن اتمی این نوع ایدرژن ۲ میباشد. وقتی این ایدرژن کشف شد (در اوائل سال ۱۹۳۰) بنام **دوتریوم**(۹۳)وهسته‌اش **دوترون**(۹٤)نامیده‌شد. این ایدرژن که به**ایدرژن سنگین** نیز معروف شده عنصر جدیدی در طبیعت نبود بلکه عنصری تازه کشف شده بود بدین معنی که هرجا ایدرژن سبك معمولی پیدا میشود ایدرژن سنگین هم یافت میشود. درمقابل یك اتم ایدرژن سنگین ۵۰۰۰ اتم ایدرژن معمولی وجود دارد. هرگاه بطریق مخصوص بیشتر اتمهای ایدرژن معمولی راازآب(H_2O) خارج کنیم، آبیکه باقی میماند سنگین‌تر از آب معمولی است و **آب سنگین** نامیده‌میشود.

نوع سوم ایدرژن نیز یکنوع ایدرژن سنگین است که از دوتریم هم سنگین‌تر میباشد و **تریتیوم**(۹۵) نامیده‌شده واکنون باعلامت H^3 نشان داده میشود. درشکل ۲٤ ملاحظه‌میکنیم که هرسه شکل ایدرژن فقط دارای یك الکترون میباشند که بدور هسته آنها میگردد.

اینگونه اتمهارا که فقط درسازمانهای هسته‌ای باهم اختلاف دارند **ایزوتوپ**(۹٦) گویندو شباهت آنها بیکدیگر بحدی است که ما میتوانیم آنهارا «پسرعموهای اتمی» بنامیم.

بسیاری از عناصر شیمیائی مندرج در جدول تناوبی دارای پسر عموهای اتمی، یعنی دارای ایزوتوپهائی هستند. بعضی از این ایزوتوپها

۹۳- Deuterium
۹٤- Deuteron
۹۵- Tritium
۹٦- Isotope

بمقادیر بسیار کمی همراه با عنصر معمولی درطبیعت یافت میشوند. بعضی دیگر را مصنوعاً بوسیلهٔ بمباران عناصر عادی درسایکلوترون (۹۷) یادر پیلهای اتمی میسازند. در این گونه موارد هستهٔ اتمها را بزوروادار بتغییراتی میکنند که منجر بتولید ایزوتوپها میگردد و آنوقت چون بدین ترتیب انقلابی در هسته پیدا میشود آنرا مستعد ترکیدن میسازد. بهمین دلیل این هسته‌ها ناپایدارند و برای رفع انقلاب درونی متمایل بایجاد سازمان نوی میباشند (۹۸). مثلا کربن دارای سه شکل است که دوشکل آن طبیعی ویکی مصنوعی است ودر پیل اتمی تهیه میشود. اولین ایزوتوپ کربن که هسته‌اش دارای هفت نوترون است باوجود آنکه یك نوترون بیش از کربن معمولی دارد باز هم از تعادل نسبتاً خوبی بهره‌مند بوده و پایدارمیباشد. ولی وقتی، بزور تشعشع نیرومند پیل اتمی، یك نوترون دیگر بهستهٔ همین کربن اضافه‌شود ناپایدارمیشود. به بیان دیگر اتمهای کربن که بدین ترتیب آسیب میبینند، رادیوآکتیو میشوند. این اتمهادر صددند ذراتیرا از خود بیرون ریخته و بحال آرامش و آسودگی درآیند.

اختلافیکه ایزوتوپها با عناصر معمولی وابسته بخود دارند فقط منحصر بهمان اختلاف وزن اتمی آنها میباشد وبس یعنی خواص شیمیائی و

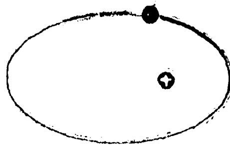
۹۷- Cyclotron شرح ایندستگاه بعداً بتفصیل خواهد آمد. مترجم.

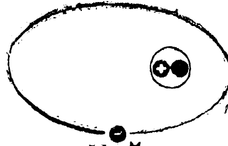
۹۸- چون بنای طبیعت بر پایداری و تعادل است، درهستهٔ این اتمها که بدین ترتیب مصنوعاً ناپایدارشده‌اند خود بخود انقلابی پیدا میشود و ذرات واشعه‌ای از آن خارج میگردد تاسازمان جدید وپایداری پدید آید. این ایزوتوپها که بدین ترتیب دائماً وخود بخود اشعه وذراتی راخارج می کنند ایزوتوپهای رادیوآکتیو نامیده میشوند. مترجم

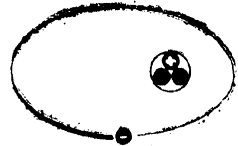
فیزیکی آنها یکسان است ودر حقیقت عناصر معمولی بمنزلهٔ برادران مهمتر واصلی‌تر ایزوتوپهای خودمیباشند. مثلا ما کربنی را که هسته‌اش دارای ٦ نوترون است کربن معمولی‌مینامیم‌واتمهای نودونه درصد کربن موجود درطبیعت دارای همین اندازه پروتون میباشند. ایزوتوپ طبیعی کربن هرگز بصورت آزاد درطبیعت وجود نداردوهمیشه مخلوط باکربن معمولی‌است ومقدارش فقط یك‌درصد کربن معمولی میباشد. هستهٔ‌این ایزوتوپ دارای٦ پروتون و۷نوترون‌است وهرگاه درمعرض تشعشع یك پیل اتمی قرارگیرد و در نتیجه یك نوترون دیگر وارد هسته‌اش بشود (بطوریکه ۸ نوترون وفقط ٦ پروتون داشته باشد) حالت عدم تعادلی‌در هسته ایجاد میشود کـه خـود بخود باعث رادیو آکتیو شدن این عنصر میگردد.

اکنون مدتها است میدانند میل ترکیبی شیمیائی بین عناصر و ترکیبات مختلفه‌معلول‌تبادل‌الکترونهای مدارهای خارجی‌اتمهاست. این الکترونها را الکترونهای ظرفیت مینامند. بآسانی میتوان فهمید چرا ایزوتوپ‌های یك‌عنصر ازهمان خواص شیمیائی‌عنصر اصلی بهره‌مندهستند. باآنکه اولین ایزوتوپ کربن دارای ۷ نوترون ودومین ایزوتوپ دارای ۸ نوترون وکربن معمولی فقط دارای ٦ نوترون است، تعداد پروتون‌ها والکترونهای تمام آنها یکسان ومساوی ٦ پروتون و٦ الکترون است. این مطلب بیان میکند که چرا ایزوتوپ‌ها با وجود اختلاف وزن اتمی دارای خواص شیمیائی واحدی هستند. چـون نـوترونها دارای بـار الکتریکی نمیباشند نبایدازآنها انتظارداشت که وقتی بهستهٔ اتمی‌وارد شدندرابطه یـا شمارهٔ پروتون ها (+) و الکترونهای (-)آن را

ایزوتوپهای ایدروژن

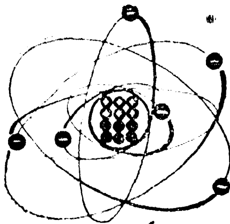


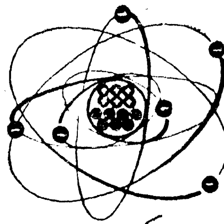


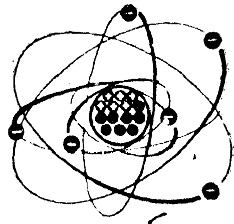


ایزوتوپهای کربن

الکترون ● پروتون ⊕ نوترون ●







شکل ۲۴ - (بالا) سازمان اتم ایدرژن و دو ایزوتوپ H۲ و H۳ آن
(پائین) سازمان اتمهای کربن ۱۲ و ۱۳ و ۱٤

بهم بزنند. ایزوتوپها فقط مربوط به نوترونها هستند.

باستثنای ایزوتوپهائیکه اکنون مصنوعاً بوسیله‌ی پیل‌های اتمی

ساخته میشوند ، عده‌ی ایزوتوپ های طبیعی درحدود ۲۷۰ و عده‌ی تمام ایزوتوپ‌ها ٦۷۰ میباشد . بعضی عناصر تا ۸ ایزوتوپ و بعضی فقط یك ایزوتوپ دارند . باآنکه عده‌ی ایزوتوپ‌ها بیش‌ازعناصر اصلی‌مندرج در جدول تناوبی است مقدار نسبی بسیار کمی از ماده‌ی جهان را تشکیل میدهند .

تهیه‌ی ایزوتوپهای مصنوعی رادیوآکتیو ، که ازمتفرعات برنامه‌ی انرژی اتمی است، بوسیله‌ی بمباران بانوترون درپیل‌اتمی صورت میگیرد وفعلا یکی ازنویدبخش‌ترین کاوش‌ها است (این نوترونها بوسیله‌ی‌هسته‌ی اتمهائیکه درمعرض‌بمباران قرار گرفته‌اند گرفتار وبسایر نوترونهای‌هسته اضافه میشوند) . این گونه مواد رادیوآکتیو ملایم امروزه درکاوش‌های پزشکی وحتی‌درمعالجه‌ی بعضی ازامراض بکارمیروند. اهمیت‌این‌مواد، که بعنوان یك ابراز تحقیق درپزشکی بکارمیروند، بسیارزیاد است‌زیرا محل‌وخط سیر آنها را دربدن‌انسان میتوان پیدا کرد .

بعللی که در اینجا نیازی ببحث در آن نیست ، فیزیکدانانیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند ارزش رادیـو آکتیویته‌ی ایزوتوپ ها را (همه‌ی ایزوتوپ‌ها رادیوآکتیو نیستند) برحسب «نصف‌عمر» بیان میکنند. «نصف عمر» مدتی‌است که طول‌میکشد تانصف یك‌ماده‌ی رادیوآکتیو تجزیه و تبدیل‌شود (۹۹). نصف‌عمر مواد مختلف‌رادیوآکتیو بمدتی کمترازمیلیونیم

۹۹ـ نصف‌عمر Half - Life یك‌ماده‌ی‌رادیوآکتیو ربطی بمقدار آن ندارد یعنی مدتی که طول‌میکشد تانصف یك گرم رادیوم تجزیه شود برای‌یك کیلوگرم رادیوم هم ، همینقدر است . نصف عمر رادیوم تقریباً ۱٦۰۰ سال است یعنی یك‌قطعه‌رادیوم پس‌ازهر ۱٦۰۰ سال نصف‌میشود.مترجم

ثانیه الی میلیونها سال ممکن است برسد. شاید مثال زیر معنی «نصف عمر» را روشن‌تر سازد. قطعه یخی را تصور کنیم که هر روز نصف آن ذوب شود. پس روز اول نصف آن ذوب شده و نصف دیگر باقی میماند. روز دوم نصف آنچه که مانده ذوب میشود و نصف دیگر باقی میماند یعنی در حقیقت مقدار یخی که روز دوم باقیمانده ربع قطعه یخ اولی است. روز سوم نصف آن ذوب میشود وقس علیهذا. پس قطعه یخ مزبور هر روز نصف روز قبل میشود و در این صورت میتوان گفت که نصف عمر این قطعه یخ یک روز است.

فصل هفتم

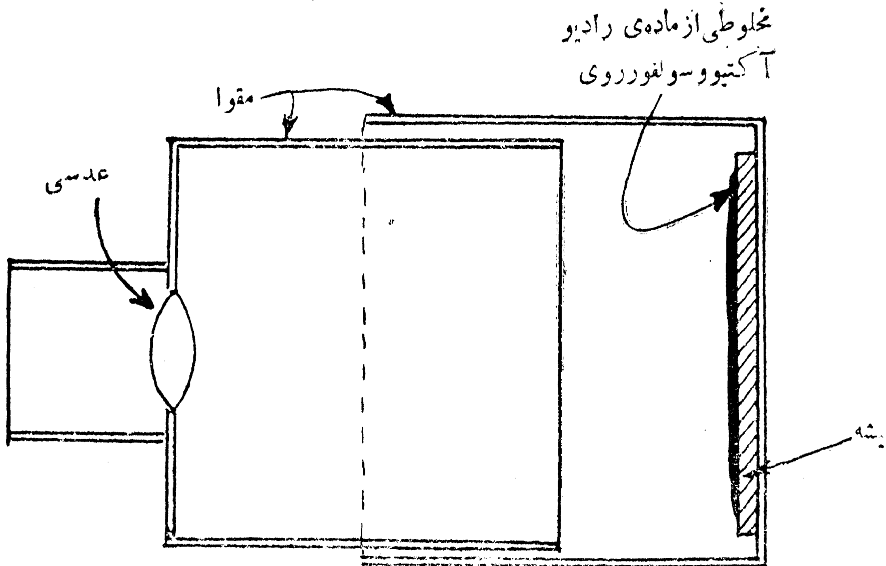
تماشای گلوله ها و انفجار های اتمی

هر کس که تازه دست بکاوش‌های اتمی زده‌است میتواند یکی از سحرانگیزترین دستگاههای اتمی‌را بقیمتی ناچیز یاحتی بمفت بسازد و با آن آثار خیره کننده‌ی انفجار اتمهارا بچشم به‌بیند.

ایندستگاه **سپینتاریسکوپ** (۱۰۰) نام‌دارد و بسال ۱۹۰۳ بدست **سرویلیام کروکس** اختراع‌شده است و اغلب‌موادِاولیه‌ی ساده‌ایکه در ساختمان آن بکارمیرود درخانه پیدامیشود.

نخست باید، همانطور که درشکل ۲۵ نموده‌شده، دوربینی بشکل یك جعبه‌ی مقوائی بسازیم. این دوربین باید ازمقوای نسبتاً کلفتی تهیه‌شود ودرمحل‌هائیکه‌میخواهیم مقوارا تا کنیم بایداول باچاقوی تیزی خط بکشیم. برای‌محکم کاری گوشه‌ها ومحل‌های اتصال روی آنها نوار چسب کاغذی میچسبانیم وبالاخره داخل‌جعبه‌را باکاغذ سیاه‌مات میپوشانیم وباین‌ترتیب

کارساختمان جعبه تمام میشود . اکنون میان یکی از دیواره های جعبه سوراخی درست میکنیم ویك ذره بین کوچك (محدب الطرفین) را بوسیله ی چسبی که مخصوص این قبیل کارهاست در آن سوراخ کار میگذاریم (۱۰۱)



شکل ۲۵ - تصویر یك سپینتاریسکوپ ساده ی دست ساز. شیشه ایکه در طرف راست این شکل در ته قوطی مقوائی چسبیده از مخلوط یك ماده ی رادیو آکتیو و سولفور روی پوشیده شده ووقتی ازطرف دیگر قوطی یعنی از پشت عدسی بآن نگاه کنیم نقاطی را می بینیم که مثل چشمك زدن ستارگان برق برق میزنند . این کیفیت دراثر انفجار اتمهای ماده ی رادیو آکتیو بظهور میرسد .

۱۰۱ـ اگر بچسب مخصوص دسترسی نباشدمیتوان بدین طریق عمل کرد. دیواره ایکه محل نصب عدسی است ازدوورقه ی مقوا اختیار کرده و سوراخیکه کوچکتر ازعدسی باشد درمیان آن بازمیکنیم. بعدعدسیرا بین دوورقه ی مقوا درمقابل سوراخ قرارداده ودو ورقه ی مقوارا در اطراف سوراخ (که عدسی رااحاطه کرده) بهم میدوزیم بطوریکه عدسی درجای خودثابت بماند. حال لبه های دیواره ی مقوائیرا دورتادور بهم میدوزیم ویا بانوارچسب کاغذی میچسبانیم تا بصورت ورقه ی واحدی در آید. مترجم

اندازه‌ی این عدسی و قدرت آن در کار دستگاه تأثیر زیادی ندارد و همین قدر که دستگاه قابل میزان کردن باشد (۱۰۲) برای ما کفایت میکند.

وقتی اتمهای موادرادیو آکتیو درمقابل بعضی از ترکیبات شیمیائی منفجر بشوند کیفیتی بظهور میرسد که به **فسفرسانس** مشهور است. فسفرسانس درواقع عبارت از نورهائی است که بهنگام بمباران این ترکیبات (بوسیله‌ی ذراتیکه از تجزیه و تحلیل مواد رادیو آکتیو بدست میآید) تولید میشود.

هر گاه محل آزمایش را کاملا تاریک کنیم نتایج حیرت انگیز انفجارهای اتمی را در تاریکی بوضوح میتوان دید.

ماده‌ی رادیو آکتیوی که برای گذاشتن در دستگاه سپینتاریسکوپ لازم است بآسانی وارزانی تهیه میشود. اگر یك ساعت شب‌نمای خراب و غیرقابل استفاده درمنزل داشته باشیم مقدار ماده‌ی رادیو آکتیوی که از آن بدست میآید برای ساختن چندین سپینتاریسکوپ کافی است و هر کدام ازاینها هزاران سال بیش از سازنده عمر میکند (۱۰۳)

اگر بین اثاثیه‌ی اسقاطی منزل یك ساعت شب‌نما پیدا نشود میتوان یك ساعت شب‌نمای مستعمل را ازمغازه‌هائیکه اجناس مستعمل میفروشند بقیمت نیم دلار یاکمی بیشتر خرید.

---

۱۰۲ و این منظور بوسیله‌ی جلو وعقب بردن جعبهٔ حامل عدسی در جعبه‌ی مقوائی دیگری که کمی از آن بزرگتر است تأمین میشود (شکل ۲۵) مترجم.

۱۰۳ - نمره‌های ساعت‌های شب نما باخمیری ساخته میشوند که مخلوطی است از یك ماده‌ی رادیو آکتیو (مثل برمور رادیوم) وسولفور روی. مقدار ماده‌ی رایو آکتیوی که بکاررفته بی نهایت کم است ودرعین حال هزاران سال دوام دارد. مترجم

بهرحال، صفحه‌ی ساعت‌را برمیداریم ورنگ رادیو آکتیوی که روی‌نمره‌های آن زده‌شده ازروی یکی یا دو نمره با چاقو میتراشیم و روی‌یك‌قطعه شیشه‌ی‌تمیز میریزیم. بعدیك گرم گرد «سولفورروی» (سولفور دوزنك) راکه ماده‌ای «فسفرسان» (۱۰۴) است ومقادیر جزئی آنرا ازهر داروخانه‌ای میتوان‌خرید بآن‌اضافه‌می کنیم و باتیغه‌ی‌پاکیزه‌ی‌چاقو این دو گردرا بهم میآمیزیم و باپهنای تیغه‌ی چاقو باین‌مخلوط فشارمیآوریم تا نرم‌تر شود. این‌عمل سبب میشودکه ذرات ماده‌ی رادیو آکتیوکه از صفحه‌ی ساعت کنده‌ایم ریزتر و باسولفور روی‌بخوبی مخلوط‌شود.

سپس یك‌قطعه‌ی‌کوچك شیشه‌را که بشود درجعبه‌ی مقوائی کار گذاشت میبریم. اگراسباب شیشه‌بری نداشته باشتم میتوانیم از یك‌تکه شیشه شکسته‌ی لبه تیز بجای اسباب شیشه بری استفاده کنیم. شیشه را برای آن بکار میبریم که گرد رادیو آکتیو و سولفور روی را روی آن بمالیم. برای اینکار نخست سطح شیشه را ازیك طبقه‌ی نازك لعاب یا لاك مخصوصی میپوشانیم وشیشه‌را بوضع افقی نگاه میداریم و همینکه لعاب درهوا کمی غلیظ وچسبنده شد مخلوطرا روی آن‌میپاشیم. (لعاب‌نشاسته یا چسب‌معمولی راکه لوازم التحریر فروشها دارند میتوان بعنوان لعاب مخصوص دراینجا بکار برد. مترجم)

بعنوان‌احتیاط، بهتراست از دست زدن بماده‌ی رادیوآکتیوی که ازصفحه ساعت تراشیده‌ایم خودداری‌کنیم و نگذاریم درهیچ‌نقطه‌باپوست

۱۰۴ـ مواد فسفرسان موادی هستندکه خاصیت فسفرسانس داشته باشند یعنی در اثر تابش ذرات مواد رادیو آکتیو تولید نورمرئی بکنند. مترجم.



شکل ۲۶ ـ سپینتاریسکوپ کامل دست‌ساز که نقشه‌ی آن در شکل ۲۵ نشان داده شده است

بدن‌ما تماس حاصل کند. برای آنکه مخلـوط روی لعاب چسبناك بطور یکنواخت توزیع‌شود آنرا باقطعه پارچه‌ی نازکی (گاز) که بالای سطح لعاب زده‌ی‌شیشه نگاهداشته‌ایم الك‌میکنیم تاهمه جا بـه بهترین وجهی کـه ممکن است بطور یکنواخت بنشیند و سپس لعـاب را میگذاریم خشك شود.

برای‌احتیاط بیشتری بایـد پس‌از خاتمه‌کار دستهای خود را بـا

صابون و برس (ماهوت پاك‌های مخصوص شستشوی بدن درحمام) بشوئیم.

سپس قطعه‌ی شیشه‌ای را که بدین ترتیب تهیه کردیم ته‌قوطی مقوائی می‌چسبانیم بطوریکه طرفی از آن که ازماده رادیو آکتیو وسولفورروی پوشیده‌شده مقابل ذره‌بین قرار گیرد. برای‌چسباندن شیشه به‌ته‌قوطی از همان‌چسب مخصوص استفاده می‌کنیم (۱۰۵)

دور ذره‌بین یك‌لوله چوبی یامقوائی برای‌جای‌چشم میگذاریم که وقتی نگاه‌می‌کنیم حتی‌المقدور نوری ازخارج واردچشم نشودزیرا نتائج انفجارهای اتمی درتاریکی کامل ببهترین وجه دیده میشود.

برای‌اینکه این آتش بازیهای اتمی‌را بتوانیم مشاهده‌کنیم باید قبلا چشم خودرا نیز میزان کنیم یعنی‌بتاریکی عادت بداهیم. بنا براین نباید خیلی عجله بخرج‌داد چون ممکن‌است یکدقیقه یابیشتر طول‌بکشد تامردمك چشم بتاریکی عادت کند و درخشندگی پرنوری که مانند چشمك زدن ستارگان است دیده شود. دراین آزمایش ماده جلوی چشمان خود ما منفجر میشود واین انفجارها هزاران سال ادامه دارد. عجیب‌تر آنکه ما برای‌جلوگیری ازاین انفجارهاهیچ کاری نمیتوانیم بکنیم. حتی اگر ما دستگاه سپینتاریسکوپ کوچك خودراتوی کوره هم بیاندازیم ودر آتش کاملا بسوزانیم اتمهای ماده‌ی رادیو آکتیو که از دستگاه جدا میشوند

۱۰۵ــ این چسب که یك باردیگرهم ذکرشد چسبی است که برای چسبانیدن قطعات چوب‌ـشیشه‌ـ پلاستیك‌ـ مرمر، بکارمیرود ودرلوله‌هائی مثل خمیر‌ـدندان بفروش میرسد. بایران هم‌واردشده است قیمت آن زیادهم گران نباید باشد. اگراین چسب را نشود تهیه کرد میتوان دراین مورد بخصوص ازقیر استفاده کرد. مترجم.

باز هم بانفجار خود ادامه خواهندداد مثل آنکه اصلا هیچ امری اتفاق نیافتاده است .

آنچه مادر اینجامی بینیم آثاری است که از متلاشی شدن، یعنی تجزیه شدن اتمهای رادیوم، حاصل میشود و قرنهای بیشماری(۱۰۶) ادامه دارد تا رادیوم تبدیل بسرب که فلزی پایدار است بشود . این تکه‌های کوچك رادیوم که امروز اسباب سرگرمی ما است روزگاری ، یعنی چند میلیون سال پیش ، اورانیوم بوده است ؛ اورانیوم نیز مانند رادیوم دارای اتمهای قابل انفجاری است که تبدیل باتمهای سبکتری میشوند . این تجزیه و تحلیل باین سادگی ها نیست زیرا اورانیوم باید از یك سلسله حالات واسطه‌ای بگذرد تا تبدیل به رادیوم بشود . این کیفیت عبارت از استحاله‌ی (تبدیل یك عنصر بعنصر دیگر) کند وخود بخودی است که بدست طبیعت برقرار شده وفقط طبیعت میتواند آنرا متوقف سازد .

اگر یك قاشق چای خوری رادیوم تازه (معمولا بصورت کلرور یا برمور رادیوم)داشته باشیم ثانیه‌ای پنجاه‌ودو میلیارد (۵۲/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰) اتم رادیوم متلاشی میشود ولی باوجوداین اتمها بقدری کوچند که ۱۶۰۰ سال طول میکشد تانصف اتمها منفجر شوند . وزن جسم مورد آزمایش تأثیری دراینموضوع ندارد یعنی عمر یك ده‌میلیونیم گرم که ما از صفحه‌ی ساعت میتراشیم با عمرچندین کیلوگرم آن برابر است .

۱۰۶ـ پس از شانزده قرن نصف یك قطعه‌ی رادیوم (پس از طی یك سلسله تحولات) تبدیل بسرب میشود . شانزده قرن دیگر طول میکشد تا نصف قسمتی که باقیمانده تبدیل بسرب شود و همینطور الی آخر یعنی پس از هر ۱۶ قرنی نصف رادیوم منفجر میشود و باین ترتیب این عمل پایان ندارد.
مترجم

حال بینیم درخشندگی های کوچك و بیشماری که در تاریکی سپینتاریسکوپ می بینیم معلول چیست . چنانکه میدانیم اتم های رادیوم خود بخود ازهم میپاشندوالکترونهای آزاد (این الکترونها که از رادیوم بیرون میآیند اشعه‌ی بتانامیده میشوند) ، اتمهای هلیوم (۱۰۷) (که ذرات آلفا نامیده میشوند) واشعه X که (دراین مورد اشعه‌ی گاما نامیده میشوند) از خودخارج میسازند همین ذرات آلفا یعنی، اتمهای هلیوم، باعث میشوند که سولفور روی فسفرسان شده ونورمرئی بیرون بدهد . ذرات آلفا با سرعتی درحدود ۱۲۰۰۰ میل (۱۹۰۰۰ کیلومتر تقریباً) در ثانیه حرکت میکنند ویك میلیگرم رادیوم درحدود ۱۲۶ ملیون ذره‌ی آلفادر ثانیه بیرون میدهد .

برای آنکه آزمایش بوجه بهتری انجام شود باید قبل از نگاه کردن توی جعبه‌ی سحرانگیز ، تقریباً مدت پنج دقیقه دراطاق تاریکی بمانیم تا مردمك چشم مابرای دیدن آماده شود .

۱۰۷ـ منظور مؤلف از اتمهای هلیوم ، اتمهای هلیومی است که الکترونهای خودرا ازدست داده باشند ودر حقیقت فقط هسته‌ی اتم هلیوم باقی مانده باشد. این اتمهای هلیوم که الکترونهای خودرا ازدست داده‌اند هلیون Helion نامیده میشوند. هلیونها همان ذراتی هستند که اشعه‌ی آلفا را میسازند . مترجم .

فصل هشتم

معجزه در یک شیشه ترشی

اتم‌ها ، نیز مانند ذرات مشکله‌ی خود، هرگز دیده نشده‌اند ومحققاً احتمال اینکه روزی در تیررس چشم ماقرار گیرند بسیار کم است . بهمین دلیل بسیاری از دانش آموزان که تازه بمطالعه‌ی اتم شروع کرده‌اند تعجب میکنند که ماچطور واز کجا این همه مطلب را درباره چیزهائیکه اینقدر کوچك ونامرئی هستند میدانیم .

این علم بمرورزمان، طی شصت سال گذشته، بابکاربردن مدبرانه‌ترین وسائلیکه تاکنون بدست بشر تهیه شده‌است برای ماحاصل شده. عده کمی ازاین وسائل شگفت انگیز بقدری ساده‌اند که میتوانیم آنهارا بادست در خانه‌ی خود تهیه کنیم. « اطاق ابری »عجیب **ویلسون**(۱۰۸) خیلی چیزها درباره‌ی ماهیت ذرات اصلی بدانشمندان اتمی ما آموخته‌است. این دستگاه همراه باکنتور گایگر(۱۰۹) وسایکلوترون (۱۱۰) والکتریسته نمایکی

۱۰۸- Wilson

۱۰۹ - Gelger . طرزعمل وفایده‌ای این دستگاهها را در فصل بعد مشروحاً میبینیم . نام این دستگاه مربوط بمخترع آن هانس گایگر دانشمند آلمانی است که از ۱۸۸۲ تا ۱۹۴۵ میزیسته . مترجم

←

ازوسائل اساسی ومهم درجنگ بااتمها بوده است .

اگرقدرت بینائی‌ما بحد کفایت زیادبود ماخودرا دردنیای شلوغ و هرج‌مرجی (ازلحاظ اتمی)میدیدیم که ازهمه‌طرف ،حتی‌ازآسمان، ذرات اصلی بسروروی ما میبارد وبعضی از این ذرات دارای سرعتی برابر با هزاران میل‌درثانیه میباشند. ذرات اشعه‌ی مرموز« کیهانی »(۱۱۱) که از فضای دوردست میآیند ما را دائماً بمباران میکنند . درسنگ‌های معدنی که‌حاوی موادرادیواکتیوهستندوظاهراً آرام‌بنظرمیرسنددائماًانفجارهای اتمی صورت‌میگیرد و ازصفحه‌ی درخشان ساعت های شب‌نما نیز ذراتی دائماً خارج ومنتشرمیشود .

دربرخی شرائط بسیارمخصوص میتوان حرکت وسیر این‌ذرات‌را مشاهده‌کرد . این آزمایش با اسبابیکه چند سال پیش بتوسط پروفسور چ. ت. ر. ویلسون(۱۱۲) دانشمندان اسکاتلندی ، اختراعشد بعمل میآید . دراین‌دستگاه الکترونها وسایر ذرات مشکله‌ی اتم‌ها را درحال حرکت میتوان دید .

→ ۱۱۰ ـ Cycltron دستگاهی است که بوسیله آن بالکترون ، پروتون یاذرات آلفا سرعت فوق‌العاده زیاد داده وبرای بمباران‌نهای اتمی ازآن استفاده میکنند . شرح آنرا بعداً خواهیم‌دید . مترجم

۱۱۱ـ Cosmic Rays اشعه‌ای است که از فضای خارج‌جو زمین وارد جو شده بزمین می‌تابند . این‌اشعه که حامل مقادیر معتنابهی انرژی هستند میتوانندتقریباً بتمام‌مواد نفوذ کنند . مبدء این‌اشعه بدرستی‌شناخته نشده ودانشمندان معتقدند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی اولیه ازپروتون است بعد در اثر بر خورد این پروتونها باذرات هوا هسته اتمهای هوا شکسته‌شده وذرات دیگری بوجود میآیند که اشعه کیهانی ثانویه نامیده می شوند و بهمین طریق اشعه‌ی کیهانی درجهٔ سوم وچهارم هم تولید میشوند .

«اطاقهای ابری ویلسون» که مخصوص آزمایشگاهها است هنوز هم در کاوشهای اتمی مورد استعمال فراوان دارد و بسیار گران و دارای ساختمان بسیار پیچیده‌ای میباشد . برای کار کردن با این دستگاهها باید چندماه تعلیم گرفت . ولی ما با مواد ساده‌ای میتوانیم دستگاهی شبیه با طاق ابری ویلسون بسازیم که مسیر ذرات کوچك نورانی راکه مانند رشته‌های بسیار نازك و ظریف برق هستند و در اثر عبور ذرات مشکله‌ی اتم از جو (هوای) مخصوصی تولید میشوند به بینیم و در این خصوص باید از فیزیکدانهائیکه در «آزمایشگاه ملی بروك هی‌ون» (۱۱۳) کار میکنند تشکر کنیم.

قبلا گفته‌شده که ذرات مشکله‌ی اتمها دارای پاره‌ای خواص الکتریکی هستند بدین معنی که از لحاظ الکتریکی مثبت ، منفی یا خنثی میباشند . هرگاه یکنوع جو (هوای) بخصوص را مصنوعاً درون یك شیشه ترشی خالی ایجاد کنیم ، این ذرات بهنگام عبور از این جو بخصوص یك قسمت را کمی (شبیه به مه) بدنبال خود تولید میکنند و این امر با سرعت ذرات مزبور ارتباطی ندارد . (۱۱۴)

اگر این جو را با نور شدیدی بطرز صحیح روشن کنیم رشته‌های

۱۱۲- Charles Thomson Rees Wilson فیزیکدان انگلیسی متولد ۱۸۶۹ . برنده جایزه نوبل سال ۱۹۲۷ برای اختراع «اطاق ابری» که شرح آن در این فصل ذکر میشود . مترجم

۱۱۳ - Brookhaven National Laobratory آزمایش گاه تحقیقات اتمی است که در بروك هی‌ون واقع در جنوب شرقی نیویورك قرار دارد . مترجم

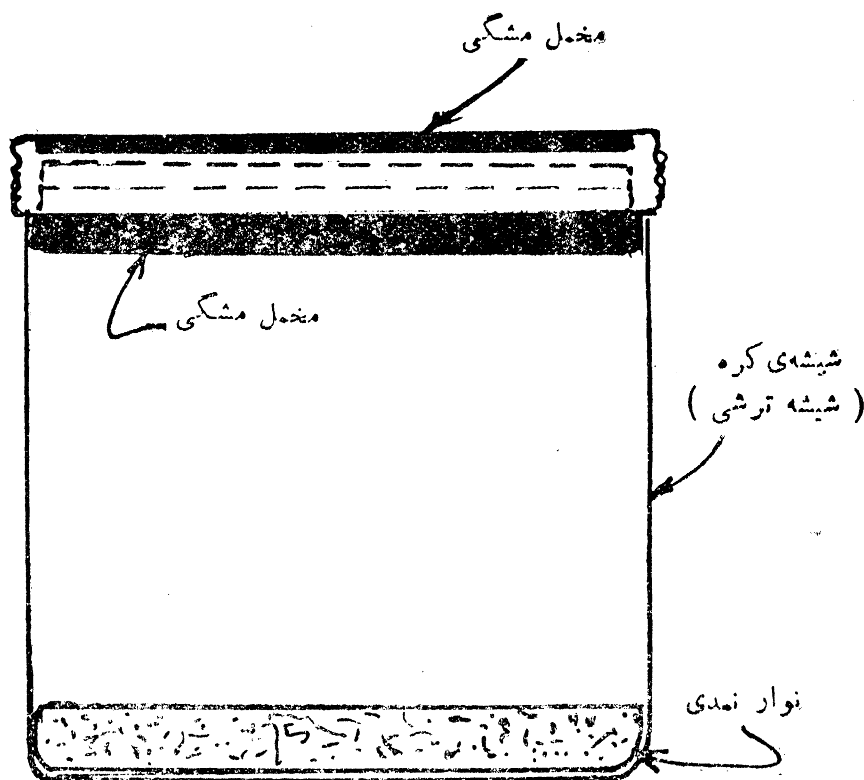
۱۱۴- منظور از شیشه ترشی یك شیشه‌ی دهان گشاد است ، البته باید شیشه بیرنك باشد . مترجم

نازکمه را که بدنبال ذرات متحرك باقی میمانند میتوانیم به بینیم .

اگر بباریدن باران بسطح زمین توجه کنیم شایداین موضوع را بهتر بتوان فهمید. هر قطره باران نیز عبارت ازمقداری بخار آبست که بدور ذره‌ی الکتریسیته داری درفضا (که البته نه اتم و نه ازذرات اصلی است) تراکم پیدا کرده وبالاخره تشکیل قطره‌ای را میدهد که آن ذره‌ی الکتریسیته دار بعنوان هسته (مرکز) اش میباشد وهمین امر، که علت پیداشدن باران است، تولید باران مصنوعی را امکان پذیر ساخته بدین معنی کـه یـك ذره‌ی الکتریسیته‌دار باشباع شدن بخار آب کمك کرده باعث تراکم بخار و تبدیل آن بمه وسپس بباران میشود .

برای ساختن اطاق ابری نخست بیك شیشه‌ی دهان گشاد که درحدود نیم‌لیتر گنجایش داشته باشد احتیاج داریم. این شیشه باید درپیچی فلزی و یك نوع بندو بستی داشته باشد که محکم بسته‌شود . اگر شیشه دارای بندو بست مخصوصی نباشد ، یك قطعه بشکل دایره باندازه‌ی درفلزی شیشه از لاستیك توئی اتوبوس میبریم وتوی درفلزی شیشه میاندازیم (بشکل ۲۷)، بعد روی این قرص لاستیکی یك قطعه مخمل مشکی میچسانیم که قطرش کمی کمتر ازقطر دایره لاستیك باشد بطوریکه وقتی درشیشه رامیبندیم مانع اتصال لاستیك بلبه‌ی شیشه نشود . فایده‌ی قرص مخملی مشکی فقط اینستکه مابهتر میتوانیم داخل شیشه را به بینیم زیراردپای ذرات اصلی اتم مقابل یك زمینه‌ی سیاه بهتر دیده میشود. برای تکمیل ساختمان اطاق عجائب اتمی خود بیك یادوفوت (۱۱۵) نوارنمدی معمولی، که برای گرفتن درز پنجره‌ها

۱۱۵ــ یك فوت که واحدطول انگلیسی وامریکائیست تقریباً ۵ر۳۰ سانتیمتر است . مترجم

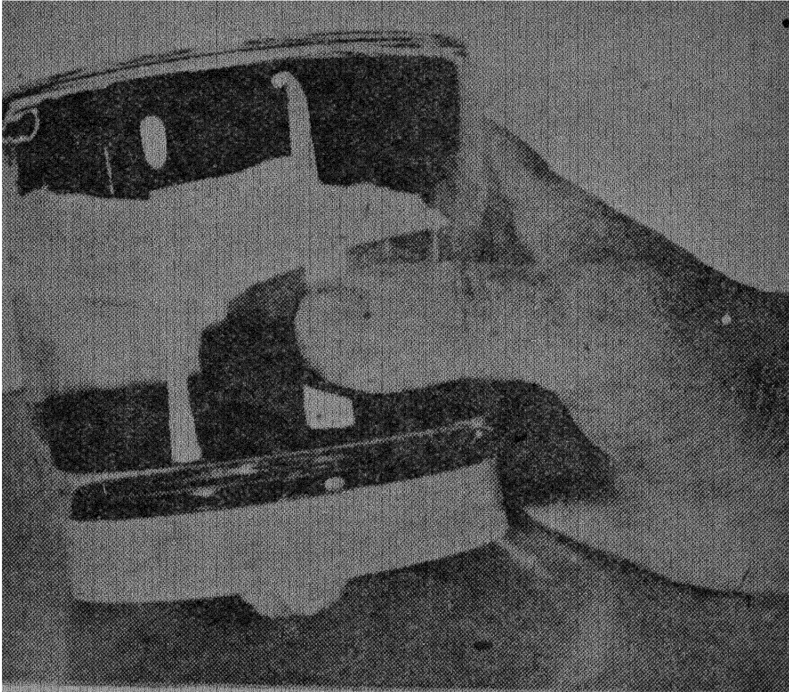


شکل ۲۷ ـ جزئیات ساختمان ساده‌ی یك اطاق ابری ویلسون که در آن مسیر حرکت ذرات اتمی و اشعه‌ی کیهانی را میتوان دید .

درخانه مصرف میشود ، نیز احتیاج داریم و آنرا میتوان از یکی از این مغازه‌های «پنج سنتی و ده سنتی» (۱۱۶) تهیه کرد . یك قطعه از این نوار نمدی را دور تا دور دهانه‌ی شیشه و یك قطعه‌ی دیگر را ته شیشه دور تا دیواره از داخل

۱۱۶ ـ 5 – ond 10–cent store مغازه‌هائی درامریکا هستند که بسیاری از اشیاء خودرا بقیمت ۵ تا ۱۰ سنت میفروشند (هر دلار صد سنت است) رویهمرفته تمام اجناس اینگونه مغازه‌ها ارزان است . میتوان این گونه مغازه‌هارا بفروشنده‌های خودمان که میگویند «هرچه میخواهی به ۱۰ ریال» تشبیه کرد. مترجم

میچسبانیم . برای این منظور میتوان ازهمان چسب مخصوص استفاده کرد .



شکل ۲۸ ـ اطاق ابری کامل ویلسون در یك شیشه .

چیزهای دیگری که احتیاج داریم عبارتند از یك قوطی حلبی که قدری گشادتر از بدنه‌ی شیشه باشد ، قدری الکل متیلیك (۱۱۷) ، یك بسته پنبه وقدری گاز کربونیك منجمد که نام تجاریتش «یخ خشك» میباشد و میتوان

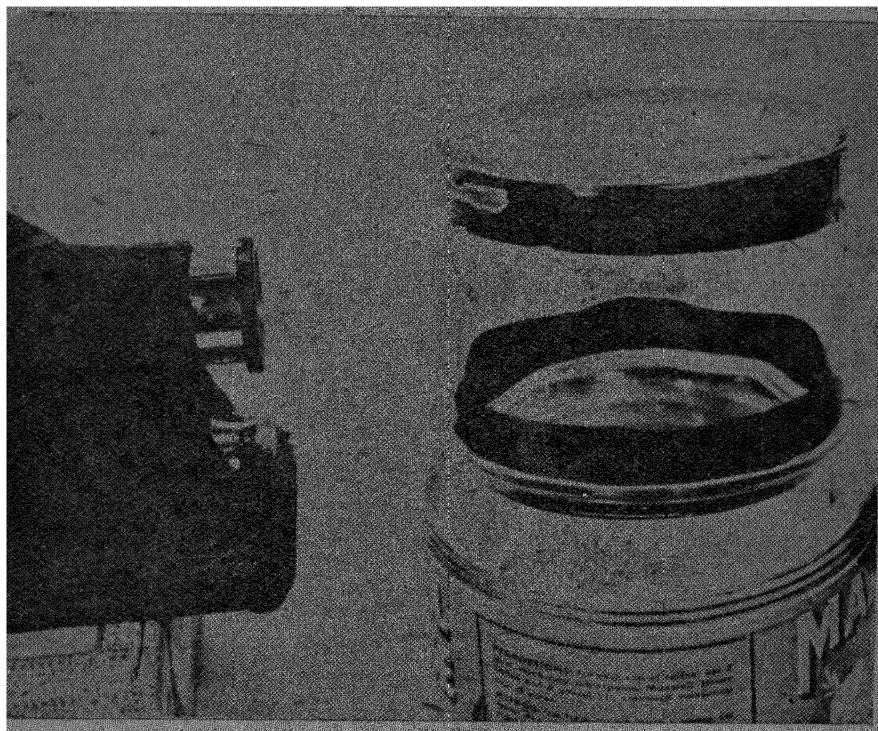
۱۱۷ـ این الکل سبکتر ازالکل معمولی است وزودتر از آن بخار میشود. جسمی است سمی ودر صنعت بکار لاك الکل سازی میخورد. مترجم

آنرا از بستنی فروشهای بزرگ خرید (۱۱۸) همچنین بیك نورافکن قوی نیز احتیاج داریم و بجای آن ممکن است از دستگاه سینمای خانگی یا از پروژکتور استفاده کرد (البته مقصود فقط روشن کردن داخل اطاق ویلسون است). بهرحال نورافکن را در یك اطاق تاریك نزدیك بشیشه نگاهداشته وقبل از شروع آزمایش عملیات زیر راانجام میدهیم:

ابتدا آنقدر الکل درشیشه میریزم تانمدیکه تهٔشیشه، دور تادور دیواره ازداخل چسبانیده بودیم کاملا اشباع وخیس شود وقدری هم الکل تهٔشیشه جمع شود (تقریباً بارتفاع ۳ میلمتر تهٔشیشه بایستد). سپس درشیشه راکه درداخل ازمخمل مشکی پوشیده شده (همان طور که قبلا شرح دادیم) خوب میبندیم وشیشه را واژگون میکنیم تازیادی الکل که ته آن جمع شده بود، بخورد نوار نمدیکه دورتادور دهانهٔ شیشه ازداخل چسبانده‌ایم برود.

اکنون دیواره وته قوطی حلبی را ازداخل ازیك ورقهٔ نازك پنبه میپوشانیم وقطعه‌ای یخ خشك را در آن میگذاریم بطوریکه تا نزدیکی دهانهٔ قوطی برسد و آنگاه شیشه را همانطور که واژگون نگاهداشته‌ایم روی یخ خشك قرارمیدهیم حال اگر منبع نوررا بشیشه نزدیك کرده (البته آزمایش باید دراطاقی کاملا تاریك بعمل آید.) و بادقت نگاه کنیم پس از کمی

۱۱۸ـ یخ خشك (Dry Ice) انیدریدکربونیك منجمد شده‌است. درجهٔ سرمای آن ۷۸٫۵ درجه زیر صفر می‌باشد. جسمی است جامد و سفیدرنك که وقتی درهوای معمولی قرار گیرد آهسته آهسته ازحالت جامد بدون مایع شدن یکمرتبه بصورت بخار گاز کربونیك درآمده و هوای اطراف را فوق العاده سرد میکند. یخ خشك را دراروپا و بخصوص درامریکا بآسانی ازمغازه‌های بزرك بستنی سازی وحتی سایرمغازه‌ها در جعبه هائی میتوان خرید. درایران تصور نمیرود اصلاوجود داشته باشد. مترجم



شکل ۲۹ ـ طرز قرار گرفتن اطاق ابری ویلسون روی یك قطعه گاز کربونیك منجمد ودرمقابل منبع نور برای شروع آزمایش .

مراقبت منظره ایـرا میبینیم که ازشادی وتعجب بخود میلرزیم . این منظره عبارت ازیك رشتهٔ نازك نورانی است که یك ذرهٔ اتمی الکتریسیته دار ، هنگام عبورازبخارالکل درون شیشه ، بدنبال خود باقی گذاشته است .فضای درون شیشه ازالکل اشباع شده یعنی بقدری الکل درفضای شیشه وجوددارد که دیگر بیش ازآن ممکن نیست. دراین فضاملکولهای الکل بقدری فراوانند که بدنبال بهانه وموقعیتی میگردند که مترا کم شوند، یعنی بازهم بهم نزدیکتر شده وحالت مه راپیدا کنند . ولی این عمل بدون محرك صورت نمیگیرد واین تحریك بواسطهٔ عبوریك ذرهٔ اتمی الکتریسیته دار بعمل میآید یعنی در

اثرعبور این ذره‌ی‌اتمی ، ملکولهای الکل که در اطراف مسیر آن واقع شده‌اند بحالت‌تراکم‌درآمده‌ورشته‌ی نازکی که بچشم‌مامیرسد درحقیقت همان‌ملکولهای‌الکل‌متراکم‌شده‌دراطراف‌مسیر ذره‌ی‌اتمی‌الکتریسیته‌دار است وماخودآن ذره‌ی اتمی را نمی‌بینیم .

اما این سئوال برای‌ماباقی میماندکه باوجودآنکه اطاق‌شیشه‌ای عجیب ماکاملا مسدود میباشد، این‌ذرات الکتریسیته‌دارچگونه وارد آن شده‌اند ؟ این‌سئوال‌شبیه‌بآنست که‌مابپرسیم هوا چطور ازیك‌غربال عبور میکند.فاصله‌ی‌بین‌اتمهاوملکولهای‌شیشه نسبت‌ببزرگی اتمها وملکولهای مزبور بقدری‌زیاداست که ذرات ریزیکه اشعه‌ی کیهانی‌را تشکیل میدهند بآسانی میتوانندازخلال ملکولها واتم های شیشه عبورکرده واردظرف شیشه‌ای شوند . باین ترتیب‌ذرات اشعه‌ی‌کیهانی‌که دائماً سطح زمین را بمباران‌میکنندواردِاطاق ابری ساده‌ی‌مامیشوند ومابتوسط‌تراکمی که‌در ملکولهای الکل ایجاد میکنند بوجودآنها پی‌میبریم .

منظور ازتولید سرما بوسیله‌ی یخ خشك‌آنستکه بخار الکل را خیلی‌نزدیك بحالت‌تراکم‌سازیم یعنی‌آنرا بقدری بحال‌تراکم نزدیك کنیم که عبوریك‌ذره‌ی کوچك الکتریسیته‌دار عمل تراکم راکامل‌کند.همه‌ی بچه‌های باهوش‌میدانند که‌پائین‌آوردن‌درجه‌ی‌حرارت موجب تراکم‌بخار آب میشود وبهمین دلیل‌است که‌زمستانها وقتی درآشپزخانه غذامیپزند پشت شیشه‌ی پنجره‌هاعرق مینشیند .

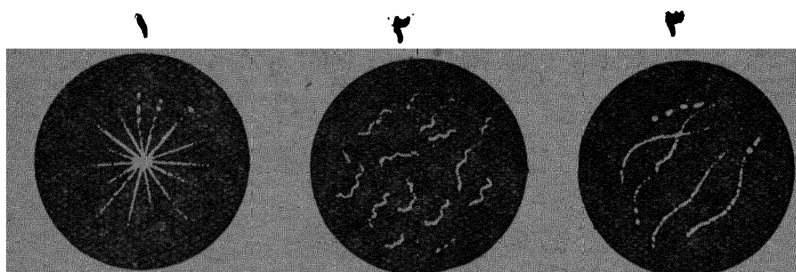
کسانیکه‌سنگ‌های آسمانی‌یعنی‌شهاب(۱۱۹)رادیده‌باشندوقتی‌عبور

۱۱۹- نقطه‌های نورانی متحرکی که شب در آسمان بنظر میرسندو مانند فشفشه بعدازپیمودن مسافت کوتاهی خاموش میشوند . قدیمیها آنها

←

ذرات اشعه‌ی کیهانی را در جعبه‌ی سحر آمیز اطاق ابری که ما ساخته‌ایم مشاهده کنند بیاد شهاب میافتند . فیزیکدانهائیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند بخار متراکم شده‌ی الکل را که در اثر عبور هر ذره‌ی اشعه‌ی کیهانی بدنبال آن ملاحظه میشود «ردپا» گویند . اگر از نزدیك مراقب اطاق سحرانگیز خود باشیم ملاحظه خواهیم کرد که این ردپاها بطور منظم تقریباً ثانیه‌ای یك بار بظهور میرسند . بعضی از آن ذرات باچنان سرعت و قدرتی حرکت میکنند که ۲۰ میل (۳۲ کیلومتر) درعمق زمین فرو میروند تا بایستند .

۱ ۲ ۳



شکل ۳۰ ـ ذرات اصلی و اشعه کیهانی بدین شکل در اطاق ابری ویلسون ظاهر میشوند : (۱) ذرات آلفا (۲) اشعه‌ی گاما . (۳) ذرات بتا

اطاق ابری ویلسون ، دانشمندان اتمی ما را بکشف چیزهای بسیاری درباره اشعه‌ی کیهانی و انواع مختلف ذرات اصلی اتم موفق ساخته است . یکی از این چیزها اینستکه بوسیله‌ی اطاق ابری میتوان درباره‌ی عبور ذرات سریع الحرکت از مواد مختلف و ضخامت های متفاوت بمطالعه پرداخت .

را تیرشهاب میگفتند ولی در حقیقت عبارتند از سنگهای کوچکی که از خارج کره‌ی زمین بطرف زمین آمده و دراثر برخورد بهوای اطراف کره زمین بسیار گرم شده و بحالت التهاب درمیآیند و گاهی هم آتش میگیرند. این سنگها بالاخره بزمین میافتند چنانکه در ایران هم این موضوع اتفاق افتاده است . سرعت آنها درحدود ٤۰ کیلومتر در ثانیه است و در آن لحظه که دیده میشوند صد تا صدو پنجاه کیلومتر با زمین فاصله دارند. مترجم

فصل نهم

یک کنتور گایگر - مولر بسازیم

اگر چشمان ما بقدر کفایت قوی یعنی تیز بین بود میتوانستیم باران شدید و سنگین ذراتی کوچکتر از اتم را که از ماوراء جو بزمین میبارند مشاهده کنیم. بطور متوسط ثانیه‌ای ۲۰ عدد از ذرات این باران از بدن ما میگذرد. دانشمندان این نوع تشعشع را «**اشعه‌ی کیهانی**» نامیده‌اند زیرا از فضای خارج جو بزمین میرسند. بیشتر ذرات موجود در اشعه‌ی کیهانی را دانشمندان میشناسند زیرا این ذرات با اتمهای موجود در زمین نیز ارتباط دارند و بهمین دلیل اشعه‌ی کیهانی طرف توجه تمام علمای فیزیك که در هسته‌ی اتم کار میکنند میباشد.

خوشبختانه برای کسانیکه تازه دست بآزمایش های اتمی زده‌اند دستگاه نسبتاً ساده‌ای وجود دارد که میتوان آنرا باسانی درخانه تهیه کرد. این دستگاه میتواند وجود اشعه‌ی کیهانی را که باسرعت زیاد از ماوراء جو بزمین میرسند و نیز وجود ذراتیرا که از «اتمهای محلی» (۱۲۰) بخارج

۱۲۰ـ منظور از اتمهای محلی اتم‌های مواد رادیو آکتیوی است که ممکن است درحوالی محل آزمایش موجود باشد. مترجم

رانده شده‌اند آشکار سازد. مثلاً اگر یك ساعت شب نمارا، که روی صفحه‌اش ترکیبات رادیوم وجود دارد، باین دستگاه نزدیك کنیم وجود رادیو اکتیویته‌ی زیادیرا نشان میدهد.

این اسباب، بنام کسانیکه آنرا اختراع و کامل کردند، **کنتور گایگر - مولر** (۱۲۱) نامیده‌میشود وساختمان آن ازیك رادیوی کوچك یك یا دولامپی پیچیده تر نیست. بسیاری‌ازقطعات رادیو درساختمان این دستگاه بکارمیرودو قسمت مخصوصی که شرح آن خواهد آمد بتوسط کمیسیون انرژی‌اتمی مخصوصاً برای دانش آموزان دبیرستان درنظر گرفته و تنظیم شده است. این دستگاه‌را نه فقط در آزمایشگاه برای آزمایش درباره ی تابش‌های مختلف میتوان بکار برد بلکه برای‌شمارش ذرات اشعه‌ی کیهانی و برای کشف معادن اورانیوم در زمین نیزمیتوان استعمال کرد.

دستگاه گایگر - مولرازتمام ابزارهائیکه درکاوش های هسته‌ای مصرف میشوند متداول‌تر است. امروز هزارها از این دستگاه نه تنهادر جستجوی معادن اورانیوم مورداستفاده قرار میگیرد بلکه بعنوان یك دستگاه کنترل ومراقبت درساختن‌ترکیبات اتمی که ممکن‌است باصطلاح خیلی «گرم» (یعنی خیلی‌رادیواکتیو) باشند نیز بمنظور حفاظت کارگران بکارمیرود، باین ترتیب که وقتی‌این دستگاه در معرض‌تشعشعی که برای سلامتی انسان خطرناك است قرارگیرد بوسیله‌ی عقربه‌ایکه در مقابل صفحه‌ی مدرجی‌حرکت میکند، یابوسیله‌ی یك سلسه «تیك تیك های»

۱۲۱- Geiger – Muller Counter

مقطع و بلند و یا بوسیلهٔ روشن کردن چراغ های گاز نئون (X) اعلام خطر میکند

قسمت حساس کنتور گایگر مولر بشکل لولهٔ شیشه‌ای مخصوص و بسیار ساده‌ای است که از گازی پر شده و دو الکترود فلزی در آن کار گذاشته شده‌است. ذرات کیهانی یا هسته‌ای از پوشش شیشه‌ای این لوله عبور کرده و بین الکترودها، یعنی بین دو قسمت فلزی داخل لوله، تولید جریان بسیار ضعیف الکتریکی مینمایند. این جریانها بقدری ضعیف اند که اگر دستگاههای رادیوئی والکترونی بسیار دقیق همراه این لوله نبود بهیچ وسیله نمیشد بوجود آنها پی برد. این دستگاهها که از طرفی بلولهٔ حساس گایگر مولر که در فوق شرح دادیم وصل شده اند از طرف دیگر نیز بیك دستگاه (۱۲۲) کنتور مربوط میشوند و ضمناً میتوان قسمت دیگری بدستگاه اضافه کرد که بازاء هر ذره‌ای که وارد لولهٔ حساس میشود یك نور قرمز در یك لامپ نئون(۱۲۳) یا یك صوت مقطع و بلندی در یك بلند گویا گوشی تولید شود. تعداد صداهائیکه در یك ثانیه تولید میشود شدت تشعشع را نشان میدهد.

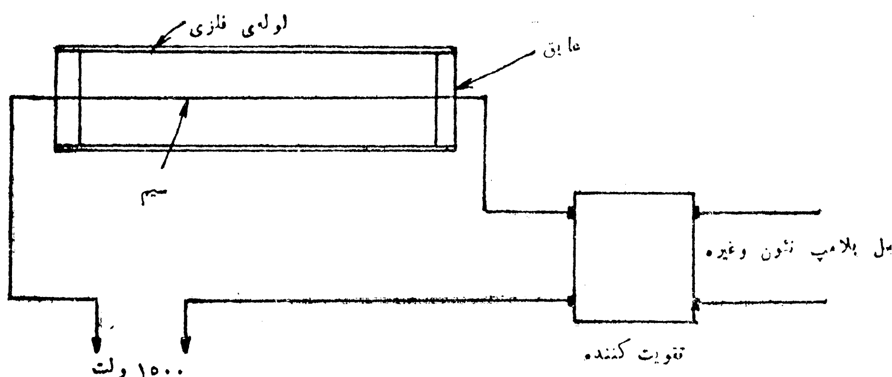
عملی که در یك لوله حساس گایگر مولر اتفاق میافتد بآسانی فهمیده میشود. هر لحظه که یك ذرهٔ اتمی از پوشش شیشه‌ای لوله عبور کرده وارد لوله میشود یك «ضربان الکتریکی» تولید میکند. تعداد این ضربانها را هم

۱۲۲ ـ قسمتی است از دستگاه کنتور گایگلر که مخصوص شمارش عدهٔ ذراتی است که در ثانیه وارد لوله‌های حساس میشوند. بشرح کنتور گایگر درفهرست لغات علمی آخر کتاب مراجعه شود. مترجم.

۱۲۳ ـ از عنصرهای گازی شکل بی اثر و کمیاب است. چراغ نئون مانند همین لوله‌های قرمز رنگی است که برای تابلو نویسی بکار میرود. این چراغها بصورت لوله‌های باریکی هستند که از گاز نئون با فشار کم پر شده اند و در اثر ولتاژ زیادی که در دو طرف لوله برقرار میکنند گاز نئون نورانی شده تولید نور قرمز رنگی میکند. مترجم.

بوسیلهٔ نور و صوت و هم بوسیلهٔ کنتور مخصوص میتوان تعین کرد. این کنتور مخصوص عبارت از یك اسباب اندازه گیری الکتریکی است کـه برحسب قوت وضعف تشعشع اتمی درجه بندی شده است.

شکل ۳۱ اساس لوله‌ی حساس گایگر مولر را نشان میدهد. قسمت های اصلی این لوله فقط عبارتست از دو الکترود فلزی که یکی بشکل یك استوانه‌ی



شکل ۳۱- اساس ساده‌ی کنتور گایگر (☆). وقتی یك شعاع کیهانی وارد دستگاه شود ومسافت کوچك بین لوله‌ی فلزی وسیم را طی کند مقدار بسیار کمی الکتریسته بین ایندو الکترو وجاری میشود. همین مقدار جزئی الکتریسته بوسیله‌ی دستگاههای تقویت کننده ایکه ضمیمه‌ی کنتور گایگر است تقویت شده و آنوقت یا بیك بلند گو یا گوشی فرستاده میشود که یك «تیك» میکند و یا بیك لامپ نئون فرستاده میشود. اغلب اوقات کنتورهای الکتریکی مخصوصی هم متصل بدستگاه است که تعداد اشعه و ذرات کیهانی یا ذرات اتمی را نشان میدهند.

(☆) مؤلف در اتصال الکتریکی سیمها در این شکل اشتباه کـرده است. لطفاً بشرح و شکل کنتور گایگر درفهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه فرمائید.

فلزی و دیگری بصورت سیمی است که از میان استوانه‌ی مزبور، یعنی از میان لوله‌ی حساس، عبور میکند. سیم و استوانه‌ی فلزی (یعنی هر دو الکترود) باختلاف پتانسیل نسبتاً زیادی وصل میشوند ولی چون از لحاظ الکتریکی باهم اتصال ندارند جریان برق بین آنها برقرار نمیشود.

این لوله ها از بعضی گازها نیز پرشده‌اند، و هنگامیکه یك ذره‌ی سریع‌الحرکت وارد این لوله میشود از استوانه‌ی فلزی گذشته و بطرف سیمی که در میان لوله است پیش میرود. وقتی یك ذره که دارای بار الکتریکی است از درون گاز بگذرد البته آن گاز را یونیزه میکند بدین معنی که بسیاری از اتم‌ها و ملکولهای گاز که در مسیر ذره‌ی مزبور واقع شده‌اند دارای بار الکتریکی میشوند و باین طریق یك مسیر الکتریکی بین الکترودها (استوانه و سیم) برقرار شده و برای مدت کوتاهی یك جریان کوتاه الکتریسیته که ما همان «ضربان» الکتریکی نامیدیم بین دو الکترود برقرار میشود. این جریان بوسیله اسبابهای الکترونی که بقیه‌ی دستگاه کامل گایگر مولر را تشکیل میدهد و شامل کونتوری نیز میباشد تقویت و آشکار میشود (و بعد بکونتوری که گفتیم جزء دستگاه است میرود). دستگاههای گایگر- مولر را میتوان از فروشگاههای الکتریکی خرید.

هرجوانی میتواند یك دستگاه گایگر مولر را بقیمت نسبتاً ارزانی فراهم کند. بعضی از قسمتهای آنرا ممکن است از یك رادیوی کهنه، که معمولا میتوان از رادیوفروشها خرید، برداشت. سایر قسمتها را میتوان از مغازه‌های بزرگ لوازم رادیوئی والکترونی (۱۲٤) تهیه کرد.

جزئیات دستگاه گایگر - مولری که ذیلا شرح میدهم بتوسط کارشناسان کمیسیون انرژی اتمی امریکا تهیه و تکمیل شده‌است. این

۱۲٤ - تصور نمیرود که این لوازم را در ایران بتوان خریداری کرد بهمین دلیل صورت کامل قسمتهای مختلف با همان علائم صنعتی و بزبان انگلیسی یادداشت شد تا اگر خواننده‌ای بخواهد آنها را از امریکا خریداری کند میسر باشد مترجم.

دستگاه بهیچوجه پیچیده نیست و هر کس بتواند بایك هویه (۱۲۵) کار کند یك شبه میتواند آنرا درست کند و دستگاهی که باین طریق ساخته شود بقدری حساس است که تشعشع ضعیف حاصل از ساعتهای شب نما را بآسانی نشان میدهد .

قسمت‌های زیر برای ساختن این کنتور ك . ا . ا. (۱۲۶) لازم است.

۱ ـ لوله‌های گایگر مولر از نوع E.P3OG

1-G · M . Counter Tube Type E.P3OG

۲ ـ دستگاه تنظیم ولتاژ از نوع E.P3ORS

2 - Voltage Regulator Type EP3ORS

۳ ـ رولهٔ SPST که بطور معمولی مسدود شده باشد

3 . Relay SPST Normally Close.

٤ـ ترانسفورماتوریکه ولتاژ را بالا ببرد (از نوع 20 AOO از کمپانی . Thordarson Electric Co)

4– Ster–up Transformer (Thordarson Electric Co. Type 20 AOO)

٥ـ لامپ نئون $\frac{۱}{۲٥}$ واتی

5–$\frac{1}{25}$ –Watt Neon lamp

٦ـ سه‌تا خازن (کندانساتور) ۶۰۰ ولتی ـ یك خازن ۰/۰۱ میکرو فارادی و یك خــازن ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ میکروفارادی و یك خازن ۰/۰۰٥

---

۱۲۵ ـ اسبابی است که برای جوشکاری معمولی یا جوشکاری برقی بکار میبرند مترجم .

۱۲۶ ـ علامت اختصاری کمسیون ارزش اتمی مترجم .

میکروفارادی

6– Three 600-Volts condesers و one 0/01 Microfarad)
one 0,001 To 0,1 Microfard, one 0,005 Microfarad

۷ـ دومقاومت که هر کدام یك‌واتی ویك‌مگوهمی (یعنی بمقاومت یك میلیون اهم) باشند .

7— Two 1—watt و 1—meghom resistors

۸ـ کلید وصل دو طرفی

8— Toggle Switch

۹ـ پریز تلفون

9— Phone Jack

۱۰ـ گوشی که بهردو گوش وصل‌میشود ودر آن بلور کوارتز بکار رفته است

10— Crystal Head phone set

۱۱ـ سرپیچ لامپ نئون

11— Neon Lamp Holder

۱۲ـ دوعدد پیل‌چراغ قوه

12— Two Flashlight cells

شکل ۳۲ نقشه‌ی کامل اتصال قسمتهای مختلف کنتور کایگر را بدست میدهد . برای ساختن دستگاه نخست قسمتهای مختلف را مطابق نقشه روی یکقطعه تخته میچینیم وسپس آنهارا بوسیله پیچ بتخته‌وصل‌و درجای خود ثابت میکنیم و آنگاه شروع بلحیم کردن سیم‌های اتصال قسمت‌های مختلف دستگاه مینمائیم ودراینجا باید مواظب بود که سیمها

عوضی بسته نشوند و برای این موضوع باید برنك روکش سیم ها توجه داشت (۱۲۷). بخصوص باید بسیمهائیکه از ترانسفرماتور بیرون میآید بیشتر دقت کرد.

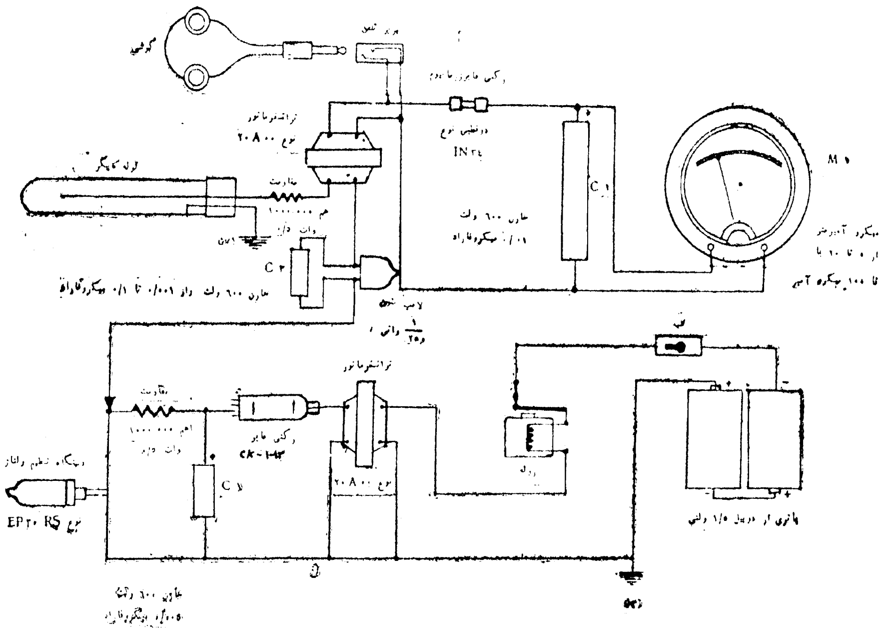
هرگاه قسمتهای مختلف دستگاه مطابق آنچه بیان شد بسته شده باشند دیگر کار کردن با آن اشکالی ندارد. اگر دستگاه را برای کشف معادن بخواهند بکار ببرند، ممکن است سازنده میل داشته باشد آنرا در یك جعبه که دارای دسته‌ای هم باشد کار بگذارد و البته این موضوع بسادگی امکان پذیر است است.

چون مدرج کردن دقیق این دستگاه، بطوریکه درهر لحظه بتوان شدت اشعه‌ی کیهانی یا ماده‌ی رادیواکتیو مورد آزمایش را دقیقاً دانست غیر ممکن است ما باید بهمان نتایجی که از آزمایش بدست میآوریم، هرچندکه دقت علمی کمتری هم داشته باشد، قناعت بکنیم. اگر بتوانیم ازسه دلار چشم بپوشیم، دفتر ملی نمونه‌های رسمی (۱۲۸) که در شهر واشنگتن واقع است میتواند ماده‌ رادیوآکتیوی که شدتش معلوم است دراختیار ما بگذارد و آنوقت هنگامیکه با گوشی دستگاه گایگرمولر باین نمونه‌ی رسمی و سپس به نمونه‌ی مورد آزمایش گوش دهیم میتوانیم بگوئیم نمونه‌ی مورد آزمایش ضعیف تر از نمونه‌ی رسمی مزبور است یا قوی تر از آن میباشد.

---

۱۲۷ - در دستگاههای رادیو چنانکه دیده‌اید برای سهولت سیم‌کشی و جلوگیری از اشتباه سیمهائی بکار برده میشود که روپوش‌های رنگین و مختلف دارد تا مسیر هررشته سیم و دنباله آن کاملا مشخص باشد.

۱۲۸- National Bureau of Standards



شکل ۴۳ ـ یك کنتور گایگر ساده و قطعات مختلفه‌ی آن. هر جوانیکه بتواند یك رادیوی یك یا دو لامپی را سوار کند این کنتور نیز میتواند بسازد. (با تقدیم تشکر و احترام بکمیسیون انرژی اتمی)

آزمایش‌های بسیار ساده‌ای زیادی را میتوان بوسیله‌ی کنتور گایگر درخانه عملی ساخت ولی البته آزمایش کننده باید قبل از هر آزمایش میزان «صدای زمینه» را در نظر بگیرد (۱۲۹) چون اشعه‌ی کیهانی دائماً بزمین آمده و بر کنتور گایگر اثر میکند این صداها بمیزان های مختلف همیشه و در هر نقطه که کنتور قرار داشته باشد وجود دارد . بهرصورت اگر ماقبلا

۱۲۹ ـ صدای زمینه صدائی است که بدون آنکه ماده رادیو آکتیوی وجود داشته باشد فقط در اثر اشعه‌ی کیهانی در گوشی دستگاه گایگر دائماً شنیده میشود مانند آنکه وقتی رادیو را باز میکنیم بدون آنکه ایستگاه فرستنده چیزی پخش کند صدائی میشنویم و گاهی «تق تق» هم میکند یا مثلا گوشی تلفن معمولی هم دارای صدای مخصوص بخودی است. همه‌ی این صداها را صدای زمینه گویند . مترجم

بصدای زمینه گوش دهیم و بعددر ضمن آزمایش ملاحظه کنیم که تعداد صداها زیادشد فوراً میفهمیم که باتابش جدیدی علاوه بر اشعه‌ی کیهانی مواجه هستیم .غالباً ما میتوانیم تعداد تیک تیک‌های مربوط باشعه‌ی کیهانی را که «تابش زمینه» نامیده میشود تعین کنیم .

یکی از سه نوع تابشی که کنتور گایگر میتواند آشکار کند اشعه‌ی گاما است . چنانکه قبلا بیان شد اشعه‌ی گاماهمان اشعه‌ی ایکس باطول موج کوتاه میباشد و بتوسط موادرادیو آکتیوی که درساختن صفحات ساعتهای شب‌نما بکارمیرود تولیدمیشوند . این اشعه باسرعت نورمرئی (۱۸۶ هزارمیل درثانیه که تقریباً معادل ۳۰۰ هزار کیلومتر درثانیه‌است) حرکت میکنند واز بعضی مواد، مثلا ازیک قطعه کاغذ ، میتوانند عبور کنندولی ازموادسنگین‌تر، ماندسرب، نمیتوانند بگذرندومتوقف میشوند.

ما این امررا بآسانی باین طریق میتوانیم ثابت کنیم که یك ساعت شب‌نما را بفاصله‌ی چند اینچ ازکنتور گایگر خود قرار داده و بتعداد صداهائیکه تولیدمیشود دقت میکنیم . سپس یك صفحه‌ی آلومینیومی ، یاحتی‌یك‌ظرف آلومی‌منیومی ، را بین‌ساعت و کنتورقرارمیدهیم وملاحظه می کنیم که دراینصورت هیچ کاهشی درتعداد صداهائیکه شنیده میشد پدیدنمیآید . وحال آنکه اگر بجای آلومینیوم یك بشقاب شیشه‌ای قرار دهیم بلافاصله در تعداد تیك‌تیك‌ها تقلیل حاصل میشود یعنی محققاً تمام صداهائیکه‌اضافه برصدای‌زمینه بودندحذف‌میشوند. شیشه به‌تنهائی اشعه‌ی گاما راکاملا متوقف نمیسازدبلکه سرب که یکی ازاجزاء شیشه میباشد این عمل را انجام میدهد .

همچنین ملاحظه خواهیم کرد که‌الکترونهای‌صادرازصفحه‌ی‌ساعت

شب‌نما از صفحه‌های نازك کاغذ و ورقه‌های نازك فلزات سبك میگذرند ولی بتوسط دستهای ما متوقف میگردند. این تابش را بنام اشعه‌ی بتا مینامند.

بهمین طریق ملاحظه میکنیم که هرچه صفحه‌ی ساعت شب‌نمارا از کنتور گایگر دورتر سازیم هرسه نوع تابش حاصل (آلفا، بتا و گاما) از مواد رادیو اکتیوی که روی صفحه‌ی مزبور بکاررفته ضعیف‌تر میشود. درمورد اشعه‌ایکه ازاجتماع ذراتی تشکیل شده‌اند (مانند اشعه‌ی بتا که ازالکترونها واشعه‌ی آلفا که ازهسته‌ی اتمهای هلیوم تشکیل‌شده.) باید گفت که برخورد آنها بااتمهاوملکولهای هوا باعث میشود که پس ازطی چند اینچ متوقف وباطراف پراکنده شوند.

اگرما نخواهیم خودمان یك کنتور گایگر بسازیم ممکن است یك دستگاه ساخته شده‌را بمبلغ کمی (۱۰دلار) بخریم. برای آنکه بمنظور خرید وجمع آوری قطعات مختلفه‌ی دستگاه که دراینجا شرح دادیم اینطرف و آنطرف نگردیم ممکن است یك جعبه لوازم کامل دستگاه‌را ازیك فروشگاه بزرگ اسبابهای رادیوئی والکترونی خرید

فصل دهم

چند آزمایش ساده با تابش ها

کلمه‌ی« **تابش** » که علمای فیزیك بکارمیبرند معنی وسیعی دارد .
حرارت حاصل ازیك کوره یاازیك کبریت نیز مانند نورخورشید یك نوع تابش میباشد. البته امواج رادیو، امواج نورانی مرئی و نامرئی (ازقبیل امواج فوق قرمز - زیر بنفش واشعه‌ی ایکس) ونیز امواج حرارتی هم جزء **تابش های الکترو مغناطیسی** هستند وفقط ازلحاظ طول موج با هم تفاوت دارند .امواج رادیوئی که درانتهای طیف الکترومغناطیسی واقع اند دارای طول موجی ازچند سانتی متر تا چند کیلومتر میباشند . از طرف دیگر اشعه‌ی ایکس که درابتدای طیف مزبور قراردارند طول موجشان بقدری کم است که بآسانی میتوانند از فضاهای بین اتمی مواد عبور کنند .

ذرات بتا و آلفا واشعه‌ی گاما که از رادیوم بیرون میآیند نیز جزء تابش هامیباشند. هم چنین تابش نوترونی، یارگبارنوترونها، که بنظر میرسد خطرناکترین تابش ها باشد ، نیز باید درنظر گرفت . اینگونه تابش هارا

امروز بنام «امواج» یا «ذرات» مینامند. اشعه‌ی کیهانی نیز یکنوع تابش است.

ما در هیچ نقطه‌ی زمین نمیتوانیم از چنگ تابش نامرئی اشعه‌ی کیهانی، یا تابش حاصل از مواد رادیو آکتیو سطح زمین، فرار کنیم. حتی وقتی چیزی میخوریم یا میآشامیم مقدار بسیار کمی از این مواد رادیو آکتیو وارد بدن خود میکنیم. باین ترتیب معلوم میشود فردی نیست که بهیچوجه دارای تابش درونی نباشد.

تابش‌های مختلف عبارتند از حرارت، نور (مرئی و نامرئی)، پروتونها، الکترونها، نوترونها، دوترونها (۱۳۰)، وغیره. بعضی از این تابش‌ها را بوسیله‌ی یك ورق کاغذ نازك میتوان متوقف ساخت.

متوقف ساختن عده دیگری، مانند نوترونها، حتی بتوسط دیوارهای بتونی نیز مشکل است. کارگران و متجسسین که در تأسیسات بزرگ اتمی کارمیکنند، هر روز در معرض تشعشعات اتمی قرار میگیرند. کمیسیون انرژی اتمی امریکا، نه تنها قدرت تحمل بدن را در مقابل تابشهای روزانه‌ی اتمی پیدا کرده، بلکه موفق بتکمیل سدهای محافظی، که از هر گونه خطری جلو گیری میکنند، نیز گردیده است.

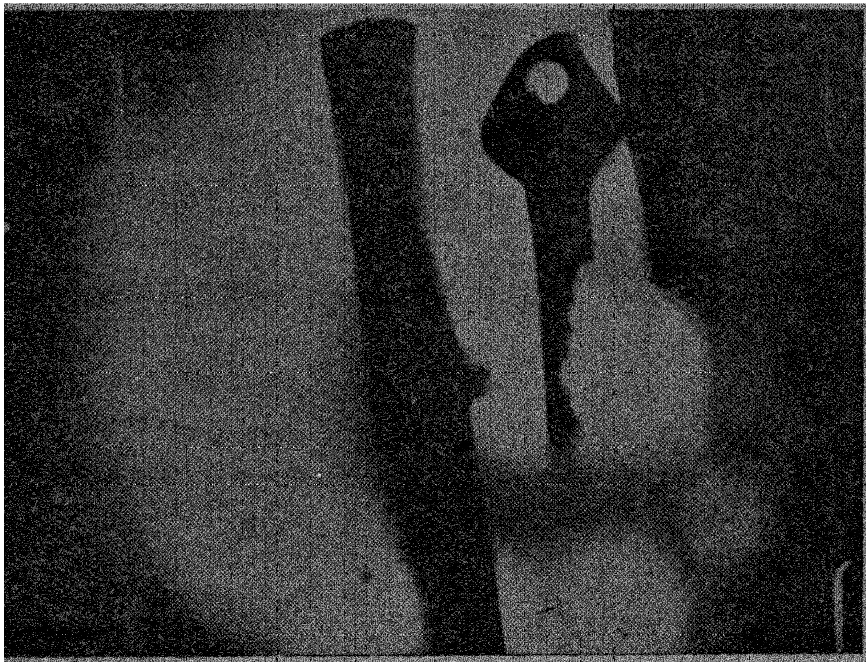
قدرت تأثیر هر گونه تابش ذره‌ای و تابش اشعه ایکس بسه عامل بزرگ بستگی دارد که عبارتند از: ۱ـ شدت تابش ۲ـ فاصله‌ی بین منبع تابش و شخصی که در معرض تابش واقع شده. ۳ـ جنس و ضخامت سد یا دیواره‌ی محافظیکه بین شخص و منبع تابش قرار دارد.

یك آزمایش ساده بتوسط عکس برداری درفهم مطالب بالا بما کمك

۱۳۰- Deuteron عبارت است از هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین که از یك پروتون و یك نوترون تشکیل شده مترجم.

میکنند. آنچه ما در این آزمایش احتیاج داریم عبارت از یك قطعه فیلم سالم عکاسی (از هر نوع که باشد)، یك صفحه‌ی ساعت شب‌نما و یك جعبه‌ی مقوائی کوچك است که نسبت بنور غیرقابل نفوذ باشد. اگر میسر باشد ابتدا شیشه‌ی ساعت را برمیداریم و بعد ساعت را وارونه کرده صفحه‌ی آنرا روی طرف حساس فیلم که در ته جعبه‌ی مقوائی گذاشته‌ایم قرارداده سپس در جعبه را می‌بندیم و چند روزی (دو یا سه روز) بآن دست نمیزنیم و بعد از آن فیلم را ظاهر می‌کنیم. نتایجی که بدست میآید در شکل ۳۳ نشان داده شده است. روشنی لکه‌هائیکه روی فیلم خواهد افتاد بسته بمدتی است که فیلم درمعرض تابش صفحه‌ی ساعت قرارمیگیرد. لکه‌های مزبور بیشتر در اثر اشعه‌ی ایکس (گاما) که از ماده‌ی رادیوآکتیو اعداد و عقربه‌های ساعت بیرون میآید بوجود میآیند.

برای آنکه بنحو قانع کننده‌ای ثابت کنیم که توانائی مواد مختلفه در متوقف ساختن این تابش ها متفاوت است میتوانیم آزمایش های جالبی، بهمین ترتیب عکس برداری، بعمل آوریم. مثلا اگر یك باریکه از ورقه‌ی سربی نازکی را بین صفحه ساعت و فیلم بگذاریم ملاحظه خواهیم کرد که سایه‌ی سیاهی روی فیلم بجای میگذارد و این امر نشان میدهد که این فلز چون سنگین است بکلی جلوی تشعشعات رامیگیرد. ازطرف دیگر، یك ورقه‌ی کاغذ قادر به نگهداری تابش ها نبوده سایه‌ای روی فیلم تولید نمیکند. ورقه نازك آلومینیوم فقط سایه‌ی کمرنگی تولید میکند ولی ورقه‌ی مسی تقریباً بقدر ورقه‌ی سربی در نگهداری تابش‌ها مؤثر است. درهمه‌ی این آزمایشها ضخامت دیواره نیز عامل مؤثری است بنابراین روشنی قسمتهائی ازفیلم که درمعرض تابش قرار گرفته‌اند بچهارعامل بستگی دارد: بشدت



شکل ۳۳ ـ این عکس بتوسط مؤلف گرفته شده باین ترتیب که پس از برداشتن شیشه‌ی یك ساعت شب نما ابتدا یك کلید و یك باریکه از ورقه‌ی مسی را روی صفحه ساعت قرارداده وسپس یك فیلم عکاسی‌را روی آنها گذاشته است ومجموعه آنهارا دریك قوطی مقوائی نهاده و در قوطی را نیز بسته است . پس از دوروز که فیلم‌را ظاهر کرده نتیجه بقراری است که در فوق مشاهده میکنید .

تابش ، بفاصله ، بضخامت سدیاصفحه‌ایکه بین منبع و فیلم‌قرارمیگیرد و بجنس صفحه‌ی‌مزبور.فلزات‌متکاثف‌تر وسنگین‌تر برای‌ساختن این سد ها خیلی بهتر ازفلزات‌سبکتر میباشند ، مگردرمورد آزمایش بانوترونها که طرارترین وخدعه بازترین افراد خاندان تابش‌های ذره‌ای هستند . ذرات آلفا ، که‌حتی‌ازصفحه‌ی کاغذنیز باشکال ممکن است بگذرند ، ضعیف‌ترین افراد این خانواده میباشند .

قدرت نفوذاشعه‌ی گاما ، درفواصل کم ، بسیار زیاداست و شدت

آن ، مانند نور معمولی ، به نسبت عکس مجذور فاصله کم میشود(۱۳۱) بدین معنی که اگر فاصله‌ی بین منبع اشعه‌ی گاما و دستگاه آشکارساز(۱۳۲) دو برابر شود یعنی مثلا از یك اینچ بدو اینچ برسد، قدرت نفوذ اشعه‌ی مزبور از نصف هم خیلی کمتر خواهد شد .

همان الکتریسیته نمای ساده ایکه درفصل اول شرح دادیم ممکن است در بعضی از آمایش‌های مربوط بتابش‌ها مورد استفاده قرار گیرد . اگرچه دراینگونه موارد الکتریسیته نما بقدر کنتور گایگر که درفصل نهم شرح دادیم مؤثر وقابل استفاده نمیباشد معهذا برای کسانیکه قادر بخریدن یا ساختن کنتور گایگر نیستند چند آزمایش ساده که با الکتریسیته نما میتوان عمل کرد شرح داده میشود . البته تفاوت عمده‌ی الکتریسیته نما و کنتور گایگر ازلحاظ آزمایش‌های مربوط بتابش‌ها ، اینستکه الکتریسیته نمادرعمل خیلی کندتر میباشد . کنتور گایگر آناً وجود تابش‌ها (گامایابتا) رامعلوم میکند درصورتیکه الکتریسیته نما دراین مورد خیلی کند است . اگر کنتور بکار بریم میتوانیم شدت تابش مورد آزمایش را از روی تعداد تیك‌تیك های گوشی یادفعات روشن شدن لامپ نئون بسرعت تعیین کنیم وحال آنکه در مورد الکتریسیته نما بایدمدت زمانیرا که دستگاه دراثر مجاورت باتابش مورد آزمایش تخلیه الکتریکی میشود اندازه بگیریم و اگرشدت تابش مزبور کم باشد این مدت ممکن است طولانی وقابل ملاحظه باشد .

---

۱۳۱ - یعنی اگر فاصله دو برابر شود شدت اشعه چهار برابر کم میشود واگر فاصله سه برابر شود شدت نه برابر کم میشود مترجم .

۱۳۲ - دستگاه آشکارساز یعنی دستگاهی که وجود تابش‌ها را آشکار میسازد مانند کنتر گایگر و فیلم عکاسی که ملاحظه کردیم . مترجم

نخستین آزمایش ساده باالکتریسیته نما اینستکه ابتدا دستگاه مزبور را بار کرده وسپس صفحه‌ی یك ساعت شب نمارا نزدیك سر آن قرارمیدهیم وزمان یامیزان تخلیه‌ی الکتر یسیته نمارا درفواصل مختلف (فاصله‌ی صفحه ساعت ازسرالکتریسیته نما) مقایسه میکنیم .

پس ازاین آزمایش‌های ساده ، بترتیب صفحات کاغذ ، مس ، سرب ، آلومی نیوم شیشه وغیره‌را بین صفحه‌ی ساعت والکتریستیه نماقرارمیدهیم و ، باملاحظه‌ی مدت تخلیه‌ی دستگاه که در آزمایش‌های مختلف فرق میکند، میتوانیم شدت تابش را بطورتقریبی اندازه‌بگیریم . وقتی ورقه‌ی سربی رابین صفحه‌ی ساعت والکتریسیته نما قراردهیم مدت تخلیه‌ی دستگاه مانند هنگامی است کــه صفحه‌ی ساعت وجود نداشته باشد (زیرا ورقه‌ی سربی تابش‌ها راکاملامتوقف میسازد) . ولی صفحات دیگر کمترازورقه‌ی سربی اشعه‌ی نامرئی صفحه‌ی ساعت را متوقف میکنند .

اگر یك کنتور گایگر ـ مولر دست‌سازدراختیار داشته باشیم چندین آزمایش دیگررا نیز میتوانیم خوشبختانه عملی کرده و بسرعت نتیجه بگیریم . بازهم باید یادآوری کنیم که بعلت وجود اشعه‌ی کیهانی ، ودر بعضی موارد بمناسبت وجودمنابع تابش محلی ومجهول (۱۳۳) ، گوشی دستگاه گایگرمولر تیك تیك میکندویالامپ نئون آن دائماًخاموش‌وروشن میشود . میزان این تابش درنقاط مختلف دنیامتفاوتست .مثلادرنقاط مرتفع مانند دنور ، کولوراد و یاشهرمکزیك (۱۳٤) شدت تـابش دائمی

---

۱۳۳ ـ منظوراز منابع تابش محلی ، ترکیبات رادیو آکتیو است که ممکن استدر اطراف محل موردآزمایش وجود داشته باشد. مترجم

۱۳٤ - Mexico city , Colorado , Denver پایتخت کشور مکزیك .

اشعه‌ی کیهانی دو‌الی چهار برابر شدت تابش اشعه‌ی مز بور در نقاط هم‌سطح دریا، ازقبیل بوستون (۱۳۵) و نیویورك، میباشد. بنابراین اگر بخواهیم میزان تابش یك منبع بخصوص و مورد نظر را از لحاظ علمی بصحت اندازه بگیریم باید نخست شدت اشعه‌ی کیهانی و تابش منابع محلی را اندازه گرفته و آنرا باهنگامیکه منبع مورد آزمایش مقابل دستگاه قرار گرفته است مقایسه کنیم. تعین شدت تابش منابع محلی و اشعه‌ی کیهانی را علمای فیزیك اتمی «تعیین شماره‌ی زمینه» (۱۳۶) نام نهاده‌اند و با آسانی معنی و لزوم آنرا درك میکنیم. مثلا اگر درحین جستجوی معدن اورانیوم کونتورما تیك تیك کند ممکن است این صداها فقط مربوط باشعه‌ی کیهانی باشد ولی اگر ما میزان «تابش زمینه» را در حوالی محل آزمایش در دست داشته باشیم و بنقطه‌ای برسیم که تعداد تیك تیك‌ها ناگاه زیادتر از صدای زمینه شود آنوقت بادلائل بیشتری میتوانیم معتقد شویم که در نزدیکی معدن اورانیوم هستیم. بنابراین قبل از آزمایش با کنتور گایگر ـ مولر همیشه باید میزان تابش زمینه را اندازه گرفت و بهنگام این اندازه گیریها باید ساعت شب نما را از اطاق آزمایشگاه بیرون برد.

اگر کنتوری را بفاصله‌ی تقریباً ۱۰ اینچ (۲۵/۴ سانتی متر) از یك

۱۳۵- Boston

۱۳۶- همانطور که میدانیم همراه دستگاه گایگر مولر کنتوری است که با عقربه‌اش میزان شدت تابش را تعیین میکند (مانند عقربه سرعت‌نمای اتومبیل) وچون دستگاه همواره درمعرض تابش اشعه کیهانی و منابع محلی است عقربه‌ی کنتور مقابل عددی قرار گرفته و شدتی را نشان میدهد همین شدت را «شدت تابش زمینه» یا «شماره‌ی زمینه» مینامند. اگر در محلی قبل از آزمایش، مقدار تابش زمینه مثلاً ۲ باشد ودرحین آزمایش به ۳ برسد معلوم میشود که شدت تابش مورد آزمایش ۱ بوده است. مترجم

صفحه‌ی ساعت شب‌نما قراردهیم باید ثانیه‌ای ۱۱ تا ۱۲ مرتبه لامپ نئون روشن شود یا گوشی تیك‌تیك كند واگر دراین حال صفحات وحتی دسته‌های کاغذرا بین کنتور وصفحه‌ی ساعت قراردهیم تفاوت قابل ملاحظه‌ای حاصل نمیشود. حتی ظرفهای سبك یا سنگین آلومینیومی نیز مقاومت قابل ملاحظه‌ای درمقابل عبوراشعه وذرات ابراز نمیکنند. درصورتیکه یك صفحه‌ی نسبتاً نازك سربی بسرعت اشعه وذرات را متوقف میسازد و یك قطعه بلورمعمولی، بعلت سربی که درترکیب دارد، قدری ازاشعه وذرات مزبور را نگه میدارد بطوریکه شماره‌ی کنتور را از ۱۱ به ۳۸ عدد در ثانیه میرساند. حتی دست انسان کافی است که الکترونهای سریع الحرکت، یعنی اشعه بتارا، متوقف سازد. این الکترونها باآنکه باسرعت‌های خیلی زیاد (بالغ بر ۱۵۰ هزار میل در ثانیه) حرکت میکنند نمیتوانند از اجسام کلفت، ولو آنکه فوق العاده هم سبك باشند، عبور کنند.

یك آزمایش ساده‌ی دیگر باین ترتیب عمل میشود که کنتور گایگر را بتدریج ازصفحه‌ی ساعت شب‌نما دور کرده و بترتیب در نقاطیکه قبلا فاصله شان را تاساعت تعین کرده‌ایم قرارداده وشماره‌ی کنتور را (یعنی تعداد تیك تیك‌های گوشی یادفعات روشن شدن لامپ در ثانیه) درهر نقطه تعیین میکنیم. دراین عمل شماره‌ی کنتور بتدریج کم میشود تا بالاخره بهمان میزان شماره‌ی زمینه (میزان تابش زمینه که قبلا گفتیم) میرسد. شدت اشعه‌ی گاما به نسبت عکس مجذور فاصله تقلیل میبابد واین امررا با همین آزمایش که درفوق بیان شد میتوان بثبوت رسانید.

آزمایش های ساده و فایده بخش دیگری نیز ممکن است خود بنظر خوانندگان ما برسد.

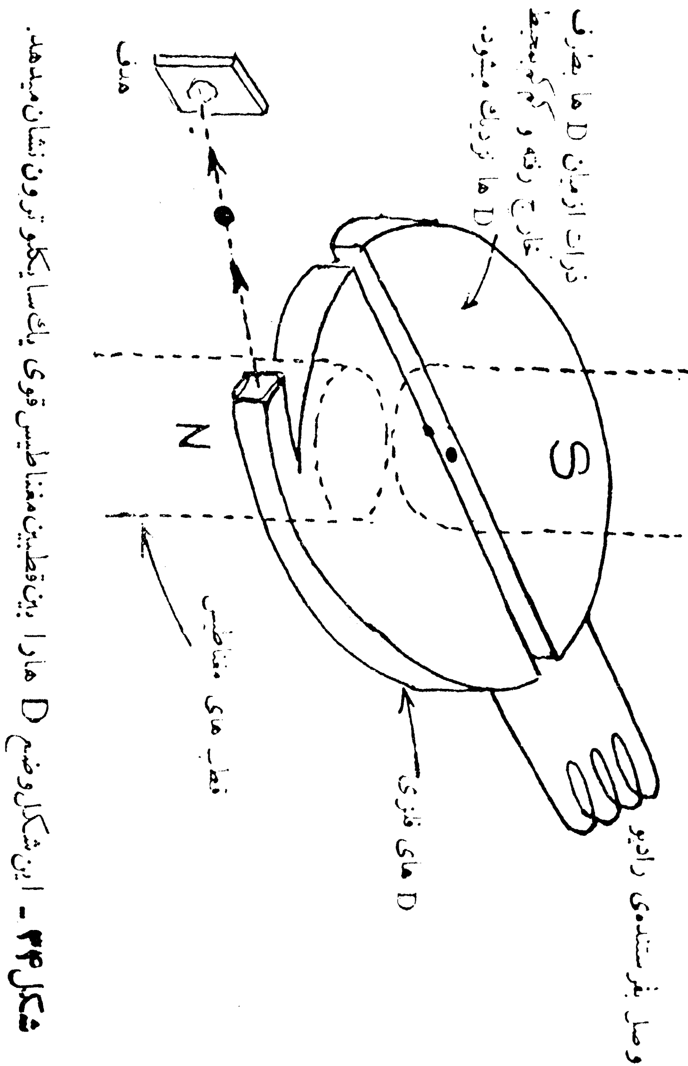
فصل یازدهم

چرخ و فلک اتمی

چند سال پیش فیزیکدان جوانیکه اکنون بنام **پروفسور ای.او لارنس(۱۳۷)** استاد دانشگاه کالیفرنیا میباشد دستگاهی بنام سایکلوترون اختراع کرد. این دستگاه را میتوان چرخ و فلک الکترومغناطیسی یا قلاب سنگ الکترومغناطیسی نامید. میدانیم که در قلاب سنگ قطعه سنگی را در تکه‌ی چرمی که بانتهای طنابی متصل است گذاشته و طناب را مانند کمند باسرعتی که دائماً رو بفزونی میرود بدور سر میگردانند. بالاخره سنگ چنان سرعتی کسب میکند که هرگاه از قلاب سنگ رها شود مسافت بسیاری را خواهد پیمود.

نقشه‌ی ساده‌ی یک سایکلوترون درشکل ۳۴ نشان داده شده‌است. برای آنکه بچگونگی کار این دستگاه بخوبی پی‌ببریم، کافی است علاوه بر مطالبی که تا کنون آموخته‌ایم چند مطلب ساده‌ی دیگر را نیز بیاموزیم.

۱۳۷- Ernest Orlado Lawrence فیزیکدان معاصر امریکائی متولد ۱۹۰۱ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۳۹ بمناسبت اختراع سایکلوترون مترجم.



شکل ۴۴ - این شکل وضع D هارا بین قطبین مغناطیس قوی یك سا یکلو ترون نشان میدهد.

چنانکه میدانیم ذرات اصلی اتمی که دارای بارالکتریکی هستند (ازقبیل الکترونها وپروتونها) مانندسایر اجسام باردار ، وقتی دریك میدان الکتریکی واقع شوند تحت اثر نیروی جاذبه یادافعه قرارمیگیرند مثلا اگر یك الکترون (-) بافاصله‌ی کمی ازمقابل صفحه‌ی فلزی که‌دارای بارمثبت باشد عبور کند صفحه‌ی مزبور یا آنرا بطرف خود جذب و بکلی متوقف

میسازد ویالااقل آنرا کمی بطرف خود کشانیده وازمسیر خارجش میکند. ازطرف دیگر اگر یك پروتون (+) بخواهد ازمقابل صفحه ایکه دارای بار مثبت است عبور کند دفع خواهدشد یعنی ازمسیر عادیش بدور خواهدافتاد (انحراف مسیر پروتون برعکس انحراف مسیر الکترون میباشد).

بایددانست نیروئیکه مسیر الکترونها و پروتونهای متحرك راتغییر میدهد منحصر بالکتریسیته یعنی بار الکتریکی نیست . میدان مغناطیسی نیز میتواند مسیر پروتونها ، الکترونها وسایر آحاداتمی (۱۳۸) راتغییر دهد خواه این میدان دراثر عبورجریان برق ازیك سیم یا ازیك سیم پیچ بوجود آمده باشد وخواه بوسیله‌ی یک مغناطیس فولادی معمولی تولید شده باشد (بیادمیاوریم که وقتی سیم حامل جریان برق بصورت قرقره در آید میدان مغناطیسی حاصل، که براثر عبورجریان برق تولیدشده و میدان الکترومغناطیسی نامیده میشود ، بمراتب قویتر از هنگامیست کـه سیم بصورت سیم پیچ در نیامده باشد زیرا سیم پیچ میدان مغناطیسی را متمرکز میسازد .)

اگر ذرات اصلی اتمی که دارای بار الکتریکی هستند از داخـل یک میدان مغناطیسی (میدان مغناطیسی فضائی است دراطراف یك مغناطیس معمولی یا یك مغناطیس الکتریکی که خاصیت مغناطیسی در آن فضا وجود داشته باشد .) عبور کنند در اثر میدان مزبور خط سیر دایره‌ای شکلی پیدا میکنند .

---

۱۳۸ ـ البته باستثنای نوترونها . منظور از سایر آحاد اتمی هلیون (هسته اتم هلیوم که شامل دو نوترون ودو پروترون است) ودوترون است (هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین که شامل یك پروتون ویك نوترن است) وذراتی از این قبیل است که فعلا نام نمیبریم . مترجم

برای آنکه بتوانیم چگونگی کار سایکلوترونرا درك کنیم یك نکته‌ی اساسی دیگررانیز باید بفهمیم . ماباز باین مطلب برمیگردیم که یك ذره اتمی که دارای بار الکتریکی باشد بتوسط جسمی که آن نیز بار الکتریکی داشته باشد جذب یادفع میشود . باید دانست، سرعتیکه این ذرات درنتیجه‌ی نیروی جاذبه یادافعه بدست میآورند بستگی به قدرت یعنی بشدت بار الکتریکی جسم مزبور دارد . اگر بارالکتریکی صفحه‌ای فوق العاده زیادباشد(بار الکتریکی اجسام راهمیشه برحسب ولت اندازه میگیرند ولتاژهای بیش از ۵۰۰۰ را میتوان جزء ولتاژهای فوق العاده زیاد شمرد .) سرعت حرکت ذرات اتمی بطرت صفحه‌ی مزبور زیاد خواهد بود . تحت شرائط خاصی ممکن است برای سرعت دادن بذرات اتمی از بارهای الکتریکی زیاد استفاده نمود . مثلا باین طریق میتوان سرعت الکترونهارا به ۱۰۰ هزارمیل (۱۶۰ هزار کیلومتر) در ثانیه رسانید .

وقتی سرعت ذراتیکه سنگین‌تر از الکترونها هستند بمیزان فوق العاده‌ای زیادشود (یعنی شتاب پیدا کند) این ذرات‌را میتوان برای بمباران اتمها بکار برده وتغیراتی درون اتمها تولید نمود . الکترونها را برای این منظور نمیتوان بکار برد زیرا میتوان گفت که الکترونها بمنزله‌ی کودکان خاندان ذرات اتمی میباشند بدین معنی که چون وزن آنها فقط معادل $\frac{۱}{۱۸۴۰}$ وزن اتم ایدرژن است برای اینگونه کارها بسیار سبك و بسیار کوچکند . پس ملاحظه میکنیم که الکترون فقط جزء بسیار کوچکی از جرم یاوزن هراتمرا تشکیل میدهد و آنچه بیشتر بحساب میآید پروتون ونوترون است .

سایکلوترون (شکل ۳۵) دستگاه عظیم وسنگینی است که بذرات

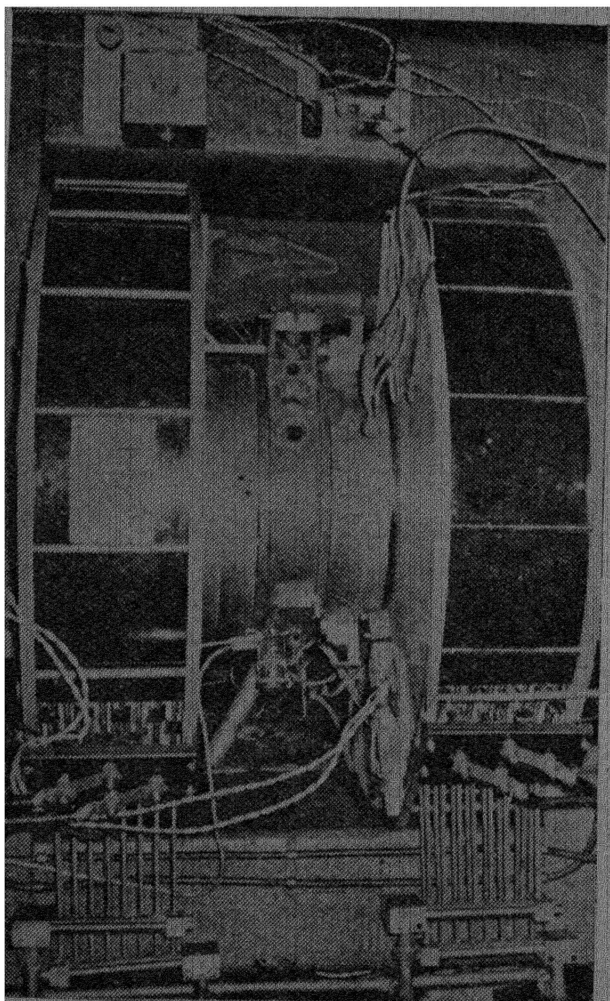
اتمی بقدری سرعت میدهد که بتوان آنهارا برای بمباران اتمها بکاربرد .

قسمتهای سادهٔ یك سایکلوترون ، صرفنظر از تمام ضمائم پیچیدهٔ آن ، درشکل ۳۴ نشان داده شده در این شکل اطاق فلزی بزرگی رامشاهده میکنیم که بشکل قوطی حب (قوطی های گرد مقوائی) است که ازمیان بدو نیم شده باشد. دو نیمهٔ اطاق فلزی مزبور بوسیلهٔ عایق ازیکدیگر جدا شده اند .یك فرستندهٔ قوی رادیو باین دوقطعه فلز نیم دائره ای متصل است و در حقیقت دوقطعه فلز مزبور بمنزلهٔ آنتن هوائی فرستندهٔ رادیو میباشند و انرژیکه ازفرستندهٔ رادیو میرسد ، بجای آنکه بصورت امواج الکتریکی یعنی امواج رادیوئی درفضا پخش شود ، باین دوقطعه فلز داده میشود.هرقطعه را بمناسبت شکلش D مینامند.خلاصه جریانیکه ازفرستنده خارج میشود به D ها وصل میگردد .

مادو نوع جریان برق داریم . یکی جریانیکه دائماً درجهت وامتداد واحد روانست وجریان متصل نامیده میشود . دوم جریانیکه دائماً جهتش را عوض میکند یعنی ابتدا درجهتی بجریان میافتد و بعدناگهان متوقف شده وبلافاصله درجهت مخالف شروع بحرکت مینماید علیهذا این نوع جریانرا جریان متناوب (آلترناتیف) مینامند . جریان متناوب را ممکن است طوری تهیه کرد که ازثانیه ای چندمرتبه الی ثانیه ای چندین میلیون مرتبه تغیرجهت بدهد . (هررفت وآمدکامل جریان متناوب را یك دوره گویند) (۱۳۹).

۱۳۹- تعداد دوره های یك جریان متناوب را درثانیه «تناوب» یا فرکانس Frequence جریان مینامند مثلا تناوب برق تهران ۵۰ میباشد یعنی دارای پنجاه دوره درثانیه است. مترجم

میدانیم که جریان برق همیشه ازقطب مثبت به منفی روانست :



شکل ۳۵ - یك سایکلوترون کوچك در آزمایشگاه فیزیك دانشگاه روچستر .

یك پیل خشك (۱٤۰) که همواره جریان متصل تولیدمیکنددارای یك قطب مثبت و یك قطب منفی است وجریان ازمثبت بمنفی ،، بدون هیچگونه تغییری ، راه میافتد . امایك فرستنده‌ی رادیو جریان متناوبی

۱٤۰ـ مانند قوه‌ی چراغ جیبی. مترجم

تولید میکند که بجریان «پر تناوب» (جریانیکه تناوبش یعنی فرکانسش زیاداست) مشهوراست. تناوب این جریان ممکن است از چند هزار تا چندین میلیون درثانیه تغییر کند واین امر بسته بآنستکه مدارالکتریکی وقسمتهای مختلف فرستنده‌ی رادیو چگونه و بچه منظور طرح شده باشند. باین ترتیب هنگامیکه جریان حاصل ازچنین فرستنده‌ای را به D های یك سایکلوترون وصل کنیم هربار که جریان تغیر جهت بدهد بارالکتریکی D ها نیز عوض میشود. بدین معنی که بارالکتریکی یك D دریك کسر فوق العاده کوچك ثانیه منفی است وسپس، دراثر تغییر جهت سریع جریان برق، بارالکتریکی D مزبور مثبت میشود و این عمل تا وقتی جریان برقراراست همینطور ادامه دارد. ضمناً D هادرمیدان مغناطیسی نیرومندی واقعند وچنانکه میدانیم میدان مغناطیسی ذرات نامبرده را بحرکت دورانی وامیدارد.

اکنون به بینیم بسر ذره‌ی پروتونیکه (+) مستقیماً در مرکز دایره‌ی D ها رهاشود چه میآید. وقتی پروتون رهاشود بتوسط D ایکه درآن لحظه دارای بار منفی است جذب میشود زیرا بار های الکتریکی مخالف یکدیگر را میربایند. ولی این نیروهای جاذبه بین D ی منفی و پروتون مثبت فقط درمدت بسیار کوتاهی، که فوق العاده ازیك ثانیه کمتر است وجود دارد زیرا بارالکتریکی D بزودی عوض میشود و پروتون که به D ی مزبور رسیده، دراثر تغیر بار الکتریکی این D، خود را در مقابل دشمنی میبیند که آنرا ازخودمیراندو بالگددورش میسازد، چون این D اکنون مثبت شده وبجای آنکه پروتون را جذب کند آنرا دفع مینماید.

درهمین لحظه D ی دیگر منفی‌شده وپروتون گیج و سرگردان را بطرف خود میخواند . پروتون بلافاصله فضای دشمن را ترك و باسرعت هرچه تمامتر بجانب D ی منفی حرکت میکند .

اگرچه تغیر بارالکتریکی D ها باسرعت فوق العاده‌ای صورت میگیرد ، ولی برای پروتونها اشکالی ندارد که حرکت خود را با این تغیرات هماهنگ سازند زیرا پروتون بی‌اندازه کوچك و سبك است و بسهولت میتواند باتغییرات بارهای الکتریکی همگام گردد .

اگر میدان‌مغناطیسی وجودنداشت پروتن تمام‌وقت‌خودرا منحصراً صرف این‌میکرد که روی‌خط مستقیمی بین D ها عقب‌وجلو برود. ولی قبلا گفته‌شد که‌وقتی ذرات باردارومتحرکی‌درمیدان‌مغناطیسی‌قرار گیرند **میل بپیمودن مسیر دایره‌ای‌شکلی میکنند که انحناء آن بسته بقدرت میدان‌مغناطیسی‌است.** بهمین‌دلیل پروتون بجای‌آنکه روی‌خط کامـلا مستقیمی بین D ها پس‌وپیش برود روی دایره‌ای بین D ها حـرکت خواهدکرد . امااین دائره قطر ثابتی نخواهد داشت زیرا اثر جاذبـه‌ی الکتریکی درفضای بین D ها اینستکه بپروتونها سرعت‌میدهدوازطرف دیگر هرچه پروتون سریعتر حرکت کند اثر میدان مغناطیسی بر آن کمتر بوده ولهذا دایره‌ی بزرگتریرا میپیماید (۱۴۱) .

۱۴۱- بنابراین هردور که‌پروتون ازفضای بین D هاعبورکندتحت اثر نیروی جاذبه و دافعه‌ی الکتریکی آنها قرارگرفته وسرعت بیشتری نسبت بدورپیش کسب میکند واثرمیدان مغناطیسی برای منحرف‌ساختن‌آن کمترشده مداردایره‌ای شکلش نسبت بدورسابق وسیعتر میشود زیرا هر چه‌اثرمیدان مغناطیسی کمتر باشد مسیرحرکت پروتون میخواهد بخط‌مستقیم نزدیك‌تر بشود و بهمین جهت دایره‌ها بتدریج قطرشان زیاد و انحنائشان کم میشود. مترجم

بالاخره آنچه دراین دستگاه اتفاق میافتد اینستکه پروتون بیك حرکت مارپیچی شبیه‌بفنر ساعت ادامه داده لحظه بلحظه سریعتر و از مرکز دورتر وبمحیط D های مجوف نزدیکترمیشود (و تمام این‌احوال درمدت‌کسر فوق‌العاده کوچکی از ثانیه اتفاق میافتد) و در این هنگام سرعتش بقدری زیاداست که ممکن‌است بچندین هزار کیلومتر در ثانیه برسد. این‌سرعت بقدری زیاد است که هرگاه این گلوله‌ی اتمی متحرك بسمت یك‌اتم پرتاب شود و درست بآن بربخورد اتم مزبور در اثر ایـن بمباران آسیب خواهددید وسازمان جدیدی درهسته‌ی آن‌بوجودخواهد آمد. امااکنون این‌سئوال پیش‌میآید که ماچگونه میتوانیم برپروتونیکه دراین‌چرخ وفلك بسختی گرفتار ومشغول حرکت‌است دست‌بیابیم؟

این منظور بوسیله‌ی قسمتی از دستگاه سایکلوترن کـه بنـام «صفحه‌ی منحرف کننده» موسوم‌است خیلی‌بآسانی عملی‌میشود. ایـن صفحه خود دارای بارالکتریکی بسیارزیاد ونیرومنـدی میباشد (شکل ۳۴) وچون بارالکتریکی ذره‌ی‌ما، یعنی پروتون، مثبت‌است باید بار الکتریکی این‌صفحه منفی‌باشد.

چون پروتون باسرعت فوق‌العاده زیادی ازمقابل‌این‌صفحه‌میگذرد مستقیماً بطرف آن جذب نشده بلکه فقط کمی بطرف آن‌کشیده میشود بطوریکه ازمسیر دایره‌ای شکل‌خود خارج میگردد وهمین امر بـرای خروج پروتون ازسوراخیکه درکنارلبه‌ی یکی‌از D ها تعبیه‌شده کفایت میکند. مستقیماًدرخارج‌وجلوی این‌سوراخ‌یك محفظه‌ی‌کوچك قراردارد که ترکیب‌شیمیائی‌یاعنصری‌را که‌میخواهند بمباران کنند بمقدارفوق‌العاده کم در آن میگذارند. باین ترتیب پروتون باسرعت فوق العاده زیاد

خود بطرف ماده‌ی مزبور میرود ودراثر برخورد آنرا درهم میشکند . البته درعمل بجای یک پروتون از عده‌ی بیشماری پروتون که بسرعت فوق‌العاده زیاد حرکت میکنند استفاده میشود ولی فقط عده کمی از آنها بهدف، یعنی به بعضی از اتمهای ماده ایکه تحت بمباران قرار گرفته، برمیخورند وقسمت اعظم پروتونها ، بدون آنکه بچیزی بربخورند ، بفاصله‌ی زیادی ازاطراف هدف عبورمیکنند .

اگر بجای اطاقك بمباران ، یك دیواره‌ی فلزی کوچك جلوی سوراخ خروجی پروتونها بگذاریم پروتونها بآسانی وباخشونت زیاد از آن عبور کرده وارد فضای خارج میشوند ونور آبی رنگ عجیبی بدنبال خود باقی میگذارند که طول آن ، بسته بقدرت سایکلوترون ، بیك پـا (۳۰/۵ سانتی‌متر) یابیشتر میرسد .

این اشعه‌ی نورانی کشنده هستند واگرما خودرا چندثانیه مستقیماً درمعرض آن قراردهیم فوراً خواهیم‌مرد .

وقتی سایکلوترون مشغول کار است باید هوای‌درون D هارا تا آنجاکه ممکن‌است خالی کرد والا پروتـونهای سریع الحرکت در اثر برخورد باتمها وملکولهای گازهائیکه (هوا) فضای D هارا پر کرده‌اند سرعت خود را از دست داده آهسته میشوند . بهمین دلیل پـروتونهای سریع‌الحرکت بمحص خروج از دیـواره‌ی فلزی کـه در فوق نامبردیم سرعتشان خیلی کم میشود . نورآبی رنگی که بوسیله‌ی جریان‌پروتون‌ها در هوا تولید میشودنیز معلول برخورد پروتون بااتمهای گازهای موجود درهواست .

ببعضی ذرات اتمی دیگر نیز ممکن است بوسیله‌ی سایکلوترون

سرعت زیادی داد و آنهارا برای بمباران بکار برد (۱۴۲) البته مسلم است که از نوترونها نمیتوان بدین طریق استفاده کرد زیرا اگر نوترونی را بین D های سایکلوترون وارد کنیم چون دارای هیچگونه بار الکتریکی مثبت یا منفی نمیباشد تغییرات بار الکتریکی D در آن بی اثر میماند و نوترون بحرکت بی نظم و آهستهٔ خود اشتغال میورزد. ولی نوترون با وجود حرکت بی نظم و آهستهٔ خود برای بمباران ماده مؤثرتر از پروتونهای سریع السیر است. پروتون وسایر ذرات اصلی اتمی را که برای بمباران مصرف میشوند باید قبلا بسرعت زیاد رسانید تا بتوانند وارد هستهٔ اتمها بشوند، درصورتیکه نوترون باهستگی میتواند وارد هسته شود زیرا در سر راه باهیچ عامل مخالف ودشمنی مصادف نمیشود (۱۴۳). وقتی نوترون باین ترتیب وارد هستهٔ بعضی از اتم های خیلی سنگین از قبیل اورانیوم بشود محققاً خیلی بیشتر از هر نوع ذرهٔ دیگری، صرفنظر ازسرعتی که ممکن است داشته باشد، میتواند بهسته آسیب برساند. نوترون بمبی است کوچکتر از اتم ومهاجمی است پنهانی که وقتی وارد یك اتم اورانیوم بشود نظم طبیعی آنراچنان بهم میزند که اتم مزبور نمیتواند این آشفتگی را تحمل بکند و ازهم میپاشد. داستان بمب اتمی ازهمین جا شروع میشود.

۱۴۲- این ذرات دوترون ها وهلیونها هستند. مترجم

۱۴۳- وقتی ذرهٔ بارداری میخواهد وارد اتم بشود اول باالکترونهائیکه دور آن درگردش اند مصادف میشود و این الکترونها خود با نیروی جاذبه یادافعه ایکه وارد میسازند ازورود آن جلوگیری میکنند. اگر ذره بقدری سریع باشد که بتواند ازمیان مدارهای الکترونی بگذرد ووارد اتم شود تازه اگر بار مثبت داشته باشد بتوسط بارمثبت هسته بسختی دفع میشود و یا اگر بآن بر بخورد نیروی بر خورد ضعیف خواهد بود. اما نوترون چون بار الکتریکی نداردد درکمال سهولت واردهسته میشود. مترجم

ماازراه بمباران ماده ، باسایکلوترون و سایـر اسبابهائیکه ذرات اتمی باردار را بحرکت وامیدارند ، اطلاعات زیادی دربارهٔی اتم و ذرات مشکلهٔی آن کسب کرده‌ایم .

فیزیکدانان ، بااستفاده ازسایکلوترون ، جنس بسیاری ازعناصر را عوض کرده‌اند واین عمل را استحاله ، یعنی تبدیل عنصری بعنصر دیگر میـنامند .

درست است که فقط مقادیر بسیار جزئی عنصریرا میتوان بعنصر دیگر تبدیل نمود ولی بالاخره کسی نمیتواند منکراصل این استحاله باشد.

فصل دوازدهم

طرز کار بمب اتمی

چنانکه در فصل پنجم دیدیم وقتی یك اتم تشکیل میشود، مثلا وقتی دو اتم ایدرژن تشکیل یك اتم گاز هلیوم را میدهند، مقداری انرژی ممکن است بوجود آید که نتیجه‌ی تبدیل مقدار کمی از ماده بانرژی میباشد. همچنین دانستیم که وقتی اتمها تجزیه و متلاشی شوند، (خواه این عمل مانند اتم رادیوم بطور طبیعی اتفاق افتد یا بوسیله‌ی طرقیکه بدست علمای فیزیك هسته‌ای تکمیل شده است انجام گیرد) مقدار نسبتاً کمی از ماده تبدیل بانرژی میشود. درمورد بمب اتمی این حالت اخیر صادق است، بدین معنی که اتمهارا پراکنده و خرد و تبدیل بآحاد کوچکتری مینمایند. اگر جرم یا وزن این آحاد کوچکتر را که از انفجار تولید میشوند جمع و توزین کنیم ملاحظه خواهیم کرد که حاصل جمع از جرم یا وزن اتم منفجر شده کمی کمتر است. این تفاوت وزن عبارت از همان قسمتی از ماده است که ظاهراً نابود شده ولی درواقع بصورت انرژی در آمده. مقداری انرژی بصورت نور شدید نامرئی یعنی بصورت اشعه‌ی ایکس (نوریك نوع انرژی است) و بصورت حرارت، که آن نیز یکنوع انرژی موجی شکل است، درمیآید.

برای آنکه حرارت فوق‌العاده زیادیرا که درانفجارهای اتمی تولید میشود بتوان درنظر آورد بدنیست بدانیم که حرارت‌حاصل‌ازانفجاریك قاشق ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ در بمب اتمی معادل حرارت سوخت ۲۰۰/۰۰۰ گالن بنزین یا ۳۰۰/۰۰۰ پوند (۱۴۴) ذغال‌سنگ‌است.

ازاینجامعلوم‌میشودکه انرژی حاصل ازاورانیوم پنج میلیون برابر ذغال‌سنگ ویاسه‌میلون برابربنزین است. معهذا این انرژی‌عبارت‌ازتمام انرژی یک قاشق ایزوتوپ اورانیوم نیست زیرا فقط‌مقدارکمی‌ازجرم اورانیوم درضمن متلاشی‌شدن اتمها تبدیل بانرژی‌میشود. باانرژیکه از تبدیل کامل یك گرم ماده‌بانرژی‌تولید میشود میتوان سه‌هزار لوکوموتیو را بارتفاع ۲۵ میل(۴۰ کیلومتر) بالابرد. وقتی ماده کاملا بانرژی تبدیل شود هجده میلیاردبرابر، ازانرژی‌حاصل ازسوخت‌ذغال‌سنگ‌نیرومندتر میباشد.

درسال ۱۹۴۰ علمای‌فیزیك‌اتمی بوسیله‌ی نوترونهاشروع به‌بمباران اورانیوم کردند که فلزی‌سنگین وبرنگ خاکستری مایل بسیاه (۱۴۵) است و کمی هم رادیوآکتیومیباشد.

فیزیکدانها ملاحظه کرده بودند که وقتی گلوله‌های‌نوترونی وارد اورانیوم معمولی‌میشوند مقدارفوق‌العاده زیادی انرژی تولیدمیشود.

دستگاههای‌آزمایشگاهی نشان میدادند که حتی مقادیر کم این

۱۴۴-Gallon معادل ۳/۸ لیتر و Pound معادل ۴۵۴ گرم‌است.مترجم

۱۴۵- اورانیوم فلزسفید رنگ نقره‌مانندی است. تصور میرود که مؤلف‌رنگ آنرابااکسید اورانیوم اشتباه کرده است. اورانیوم‌راباعلامت U نشان میدهند. مترجم

انرژی ، هم ازلحاظ مقداروهم ازسایر جهات ، نیرومندترین انرژی است که تاآنروزتوانسته بودند ایجاد کنند .

اورانیوم که مورد حملهٔ گلوله‌های نوترونی آهسته‌قرارمیگرفت مانندجعبهٔ پرازترقه‌ای بود که بعضی ازترقه‌هاسالم وبرخی‌معیوب باشند . زیرا تاموقعی که گلوله‌های نوترونی میباریدند اتم‌های اورانیوم یکی‌پس ازدیگری‌وبطرزنامرتبی‌منفجرمیشدندو بمحض آنکه باران گاوله‌قطع‌میشد انفجارهاهم پایان‌میپذیرفت . فیزیکدانان اطمینان کامل داشتند که‌اتمهای اورانیوم منفجرمیشودولی‌ازخودمیپرسند پس‌چرااین‌انفجار ،وقتی‌شروع شد ، خودبخود شیوع‌وپیشرفت پیدا نمیکند ؟

پاسخ باین سؤال درحقیقت پاسخ بطرزکاربمب اتمی میباشد . آنچه دربادی‌امرموجب حیرت و جلب توجه دانشمندانی میشدکـه تازه بآزمایشهای‌بی‌نظم وترتیب خوددربارهٔ انفجارهای‌اتمی‌شروع کرده‌بودند این بودکه پس‌ازهرانفجاراتمی مقدارکمی **باریوم** بدست میآمد وحال آنکه قبل‌ازشروع بمباران‌اورانیوم بوسیلهٔ‌نوترونها باریوم‌وجودنداشت. این‌باریوم‌ازکجاحاصل‌شده‌وچگونه بآنجا راه یافته بود ؟ آیا باریوم‌یکی ازقطعات کوچکتری بودکـه پس‌از واردشدن نوترون حیله‌ساز بهسته‌ای اورانیوم ودرهم شکستن این اتم تولید شده بود ؟

شمارهٔ اتمی (عدهٔ پـروتونها) اورانیوم ۹۲ است درصورتیکـه شمارهٔ اتمی‌باریوم ٥٦ میباشد . اگـرباریوم قسمتی ازاتم خرد شدهٔ اورانیوم است پس قسمتی کـه بـاقی مـانده چیست وکجا است ؟ وقتی شمارهٔ اتمی فلز باریوم‌راکه ٥٦ است ازشمارهٔ‌اتمی اورانیوم کـه ۹۲ است کم کنیم‌حاصل۳٦ میشود . بنابراین‌اگرغیرازباریوم قسمت دیگریکه

ازخردشدن اورانیوم بدست آمده فقط یك عنصر باشد این عنصر بایددارای شماره‌ی اتمی ۳٦ باشد . آیا اتمیرا که دارای این شماره‌ی اتمی باشد میشناسیم ؟ بله‌این اتم همان گاز کریپتون (۱٤٦) است که عنصری بسیار کمیاب وجزء گازهای‌جومیباشد. پس آیامیتوان گفت که نوترونهای مهاجم اتم اوراتیوم را خرد وتبدیل به‌باریم‌وکریپتون کرده اند (۱٤۷) ؟

برای تحقیق دراین موضوع علمای فیزیك هسته‌ای مقدار انرژی‌را که‌ازخردشدن و تبدیل‌اورانیوم به باریوم و کریپتون ممکن است تولید شودحساب کردند ودیدندکه نتیجه‌ی این محاسبه درست برابربا مقدار انرژی است که عملا ازانفجارهای‌نامنظم‌اورانیوم بوسیله‌ی نوترون‌بدست میآید(۱٤۸) .

دانشمندان میدانستند که اورانیوم درطبیعت مخلوط سه‌ایزوتوپ U ۲۳٤ وU ۲۳٥ وU ۲۳۸ میباشدواین‌ایزوتوپ آخر قسمت اعظم آنرا تشکیل‌میدهدوحال آنکه‌مقدار نسبی U ۲۳٥ فقط $\frac{۱}{۱٤۰}$ است. آیامیتوان گفت که‌همین ایزوتوپ U ۲۳٥ است که‌مخصوصاً نسبت به‌بمبارانهای‌نوترونی حساس میباشد وایزوتوپهای U ۲۳٤ وU ۲۳۸ موجوددر اورانیوم‌مانند خاك اره‌ی مرطوب دربسته‌ی ترقه‌ی اتمی عمل میکنند و ازشدت انفجار میکاهند ؟ دانشمندانیکه‌مشغول کاوش‌بودند اگرمقداری U ۲۳٥ خالص

۱٤٦- Krypton

۱٤۷- مؤلف اعداد مذکوردرفوق را بعنوان وزن اتمی ذکر کرده درصورتیکه‌شماره‌ی‌اتمی‌هستند مثلا وزن اتمی باریم ۱۳۷ است نه‌٥٦تصور میرود‌اشتباه قلمی رخ داده است. مترجم.

۱٤۸- بطورخلاصه ازانفجاراورانیوم ۲۳٥ یك اتم باریوم یك اتم کریپتون وتعدادی نوترون بدست میآید. مترجم.

داشتند میتوانستند باین سئوال بزودی پاسخ دهند بهمین جهت بالاخره یك مقدار فوق العاده جزئی (چند تریلیونیم گرم) U ۲۳۵ خالص بدست آورده درمعرض بمباران نوترونی قرار دادند ونتیجه این آزمایش بدین قرار بود: باوجود آنکه مقدار مادهٔ مورد آزمایش ودر نتیجه انفجار آن بسیار جزئی بود ولی این انفجار بامقایسه بامادهٔ مصرف شده که ازسر سنجاق هم کمتر بود فوق العاده عظیم ووحشت آورده بوده و بمنزلهٔ اولین بمب اتمی حقیقی بشمار میرفت .

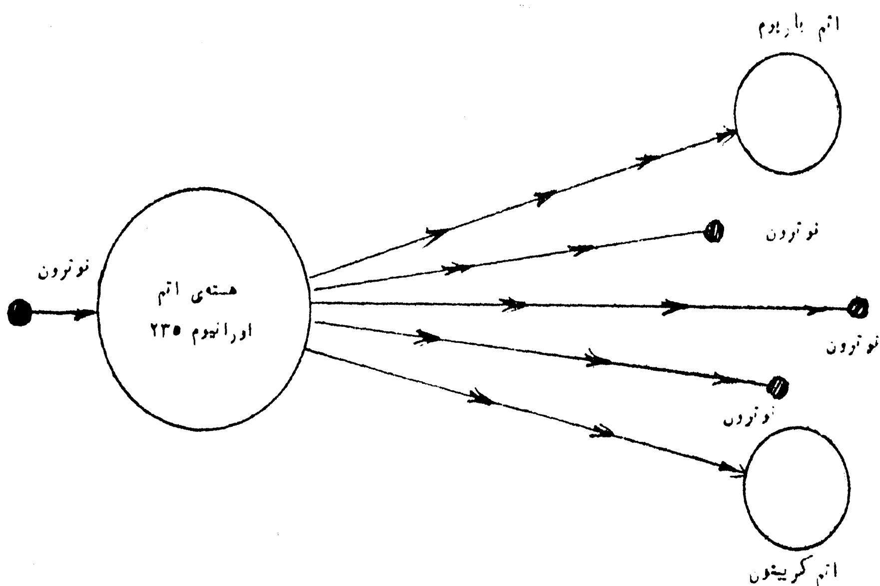
مسئلهٔ دیگری که برای سازندگان بمب اتمی باقی مانده بود ، و بحل آن چندان امیدوار نبودند ، پیدا کردن طریقهٔ باصرفه‌ای برای جدا کردن U ۲۳۵ از U ۲۳۴ و U ۲۳۸ (که در طبیعت بسختی باهم پیوستگی دارند) بود .

ولی بالاخره باهمکاری کارخانه داران بزرگ امریکائی مقداری U ۲۳۵ که برای ساختن بمب های اتمی کافی بود بدست آمد . اگرچه طرق دیگری نیز برای منفجرساختن اتمها موجوداست ، ولی ازذکر آن خودداری میکنیم چون فعلا ثمری جزمغشوش ساختن ذهن مانخواهد داشت وگذشته ازاین ، اصول تمام انفجارها یکی است واگرچگونگی انفجار U ۲۳۵ را بفهمیم ، درصورت تمایل ، برای مطالعهٔ کتب عالیتری نیز آماده خواهیم بود .

شکل سادهٔ ۳۶ مارا درفهم اساس بمب اورانیوم ۲۳۵ کمك میکند. بمنظور سهولت ما انفجار يك اتم اورانیم ۲۳۵ را که از عدهٔ کمی از سایر اتمهای همین فلز احاطه شده در نظر میگیریم .

وقتی يك نوترون بااین اتم بر بخورد ووارد هسته‌اش بشود عدم تعادلی درهسته بودمیاآورد که منجر بمتلاشی شدن اتم مزبور و تبدیل آن به اتمهای کریپتون و باریوم میگردد. نوترونهائیکه، پس از این حمله‌ی شدید، ازاتمهای شکسته‌شده آزاد میشوند واردهسته‌ی اتمهای اورانیوم ۲۳۵ مجاورشده وباعث خردشدن آنهامیگردند و عمل همینطور پیش میرود تابالاخره درظرف مدتی کمتر ازيك میلیونیم ثانیه رگبارهای نوترونی فوق‌العاده زیاد پدیدمیآید که دراتمهای اورانیوم ۲۳۵ نفوذکرده آنهارا درهم میشکنند و بمیزان وحشت آوری انرژی‌اتمی تولید میکنند.

این نوع خردشدن اتمهارا طریقه‌ی شکافت (فیسیون Fission) یا فعل وانفعالات زنجیری گویند. فقط بايك نوترون، که گلوله‌ای کوچکتر



شکل ۳٦ - بااین ترتیب انفجار يك اتم و آزاد شدن مقداری نوترون باعث انفجار اتمهای مجاورشده وشدت این فعل وانفعال دائماً روبتزاید میرود. دراثر انفجار اتم اورانیوم ۲۳۵ نوترونهای آزاد واتمهای باریوم و کریپتون بدست میآید.

از اتم است ، میتوان مقادیر زیاد اورانیوم را باین طریق ازهم شکافت یعنی درهم شکست. اما داستان ما در اینجا پایان نمییابد.

بدلائلی که بحث آن در این مقام لازم بنظر نمیرسد فقط حملهٔ یك نوترون بیك اتم ۲۳۵ اورانیوم ، بدون هیچ قیدوشرط دیگری ، کافی برای شروع یك انفجار توقف ناپذیر دریك قطعهٔ اورانیوم نمیباشد واین موضوع حقیقتاً مایهٔ کمال خوشبختی است چه درغیر اینصورت ایجاد مخزن وانباری برای نگاهداری اورانیوم ۲۳۵ ممکن نبود. نوترونها بسیار حیله گر و چابکند وبآسانی تمام میتوانند ازماده عبور کنند. بهمین جهت حبس و نگاهداری آنها بآسانی ممکن نیست ومیتوانند بسهولت وارد مخازن اورانیوم شده بآن دست یابند. اما خوشبختانه برای آنکه اورانیوم ۲۳۵ منفجر شود باید یك مقدار کاملا مشخص ومعین آن درمعرض حملهٔ نوترون قرار گیرد والا نوترون بر آن اثری نخواهد داشت. این مقدار کاملا معین ۲۳۵ را علمای فیزیك هستهٔ ما **«جرم بحرانی»** مینامند.

جرم بحرانی ، یعنی این **«جرم کاملا مشخص و معین»** عبارت از مقداری اورانیوم ۲۳۵ است که باید درمعرض گلولههای نوترونی قرار گیرد تابطریق فعل وانفعالات زنجیری منفجر شود. بنابراین اگر ۲۳۵ را بمقادیر جزئی ، که جرمشان مساوی جرم بحرانی مزبور نباشد ، بطور جدا گانه درانبار نگاهداری کنیم بطوریکه قطعات مختلفهٔ اورانیوم ۲۳۵ کاملا ازهم مجزی باشند دیگر خطری درکار نخواهد بود. ولی اگر دو یا چندتا از این قطعات را ناگهان رویهم بریزیم ، بطوریکه وزن آنها برابر «اندازهٔ بحرانی» شود ، فوراً یك انفجار اتمی رخ میدهد.

باری ما بدین ترتیب بتدریج و بدون آنکه خود آگاه باشیم ، تقریباً

باصول ساختمانی وطرز کار بمبهای اتمی پی بردیم . فرض کنیم سه‌قطعه‌ی اورانیوم ۲۳۵ که هیچیك بتنهائی برابر جرم بحرانی نبوده ولی حاصل جمع آنها مساوی جرم بحرانی باشد (فرض کنیم هرقطعه مثلاه پوند باشد) در یك بمب اتمی بطریقی گذاشته شود که بهیچوجه باهم ارتباط نداشته باشند. درلحظه‌ایکه میخواهند انفجار صورت بگیرد دستگاه مخصوصی که درون بمب کار گذاشته شده این قطعات را بسرعت باهم مجاورساخته و قطعه‌ای برابر باجرم بحرانی درست میکند ودرنتیجه انفجار شروع میشود . این بود چگونگی کار بمبهای اتمی اولیه . ولی امروزه معتقدند کـه طرق دیگری درنتیجه‌ی کاوش‌های اتمی پیداشده که میتوان بآن‌وسیله قطعاتی ازاورانیوم ۲۳۵ را که سابق براین غیربحرانی ، ودرنتیجه غیر قابل انفجار میدانستند منفجرسازند .

فصل سیزدهم

پیل اتمی

درمورد بمب اتمی دیدیم که تعداد نوترونهائیکه ازشکستن چند اتم اولیه‌ی اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم (۱۴۹) حاصل میشود بقدری زیاد است که تمام اتمهای اورانیوم مزبور دراثر آن با شدت فوق‌العاده زیـادی خرد میشوند. دراینگونه موارد قدرتی معادل میلیونها اسب بخار در مدتـی فوق‌العاده کمتر ازیك ثـانیه ایجاد میشود. اگر میسر بود که شکستن اتم هارا کنترل کرده‌و کاری کنیم که انرژی تولیدشده بتدریج ودرمدتی طولانی بدست آید میتوانستیم ازانرژی حرارتی حاصل‌شده عملا، یعنی بنحودلخواه، استفاده کنیم.

این مطلب مانند انفجار یکدسته ترقه‌میباشد که ممکن‌است آنهارا یکجاویکمرتبه باهم منفجر کردیا آنکه یکی‌یکی وهریك‌را هروقت‌میل داشته‌باشیم منفجر سازیم.

---

۱۴۹ - Plutonium عنصری‌است بشماره‌ی اتمی ۹۴ و بوزن اتمی ۲۳۹. این‌عنصر درطبیعت موجود نیست‌و بدست بشر بوسیله بمباران اورانیوم درسایکلوترون ساخته میشود. مانند اورانیوم ۲۳۵ بوسیله نوترون منفجر میشود وقدرت انفجار آن‌ازاورانیوم بیشتراست. یکی‌ازسه بمب اتمی جنك‌جهانی دوم با پلوتونیوم تهیه شده بود. مترجم

اگر نمیتوانستیم حرکت نوترونها را تحت نظارت واختیار خوددر آوریم آهسته ساختن جریان انرژی اتمی غیرممکن میگردید. خوشبختانه موادی یافت میشوند ، مانند گرافیت معمولی (که برای ساختن مدادهای سیاه معمولی بکار میرود) وفلز **کادمیوم** ، کـه اگر در مقابل نوترونها مانند دیواره یاسدی قرار گیرند میتوانند آنهارا آهسته ویابکلی متوقف سازند . باین ترتیب وقتی مقادیر زیادی اورانیوم ۲۳۵ یاپلوتونیوم که بیش از مقدار بحرانی باشد داشته باشیم میتوانیم متلاشی شدن اتمها را بطوری تحت نظارت قراردهیم که تامیزان معینی پیش برود یعنی بطوریکه مقادیر قابل استفاده‌ای ازمواد اتمی (۱۵۰) وحرارت بدست آید نه آنکه ایجاد انفجار سریع بشود . این موضوع مانند دیـك بخاری است با دریچه‌ی اطمینان درمقابل دیك بخار دیگری که دریچه‌ی اطمینان نداشته باشد . قطعات کربن (گرافیت) ، و کادمیوم یا مخزنهای **آب سنگین** (۱۵۱) بمنزله‌ی دریچه‌ی اطمینان این «دیك‌های اتمی» میباشند و این دیك‌هـای اتمی را **پیل اتمی** مینامند . درپیل‌های اتمی انرژی اتمی بطور تدریجی تولید میشود . دراین پیل‌ها نیزفعل و انفعالات زنجیری صورت میگیرد ولی البته محدود بحدودی است .

دراین پیل‌ها میله‌های کادمیوم و آجرهای گرافیت که برای کند ساختن حرکت نوترونهابکارمیروند، بنام **ملایم کننده** موسومند . بااینکه

---

۱۵۰ ـ منظورذرات اصلی اتمی از قبیل الکترونها ، پروتونها و نوترونهااست . مترجم

۱۵۱ ـ آبی است که ازترکیب اکسیژن معمولی با ئیدرژن سنگین تولید میشود . آب معمولی ازترکیب ایدرژن معمولی با اکسیژن بـدست می آید ، مترجم

یك نوترون آهسته آسانتر از یك نوترون سریع از خط مستقیم منحرف میشود ولی بانهایت تعجب مشاهده میشود که نوترونهای آهسته بیش از نوترونهای سریع باعث شکافتن اتمها میشوند.

همانطور که برای کاستن از شدت انفجار بنزین بآن نفت اضافه میکنند، برای جلوگیری از انفجار شدید اورانیوم ۲۳۵ و بمنظور کنترل آن میتوان اورانیوم ۲۳۸ یا توریوم (۱۵۲) با آن مخلوط کرد.

مقصود از کنترل یك پیل اتمی فوق العاده خوب آنستکه شکافتن اتمها را بمیزان معتدل و معینی ثابت نگاهداریم بقسمیکه نه چنان ضعیف باشد که غیرقابل استفاده گردد و نه آنچنان قوی که موجب انفجار شود.

پیل‌های اتمی که امروز بکار میروند دستگاههای فوق العاده پیچیده ای هستند که دارای وسائل کنترل مفصل بوده وهمراه بااسبابهای الکترونی ومکانیکی متعدد میباشند. مفیدترین کاری که در این مقام میتوان کرد وما نیز امیدواریم از عهده‌ی انجام آن برآئیم اینستکه با حذف زوائد و ضمائم پیل اتمی اطلاعات ساده وروشنی درخصوص مبانی اصلی آن بدست دهیم تا اگر بعدها بخواهیم درجای دیگری دامنه‌ی مطالعات خود را وسیعتر کنیم لااقل الفبای این موضوع را خوب بدانیم.

باری موفقیت درساختن یك پیل اتمی فقط منحصر بتهیه‌ی ملایم کننده هائیکه برحرکت و سرعت نوترونهای درون پیل نظارت کنند نمیباشد. تابش نوترونی خطرناك ترین تابش ها برای نوع بشر است. بنابراین

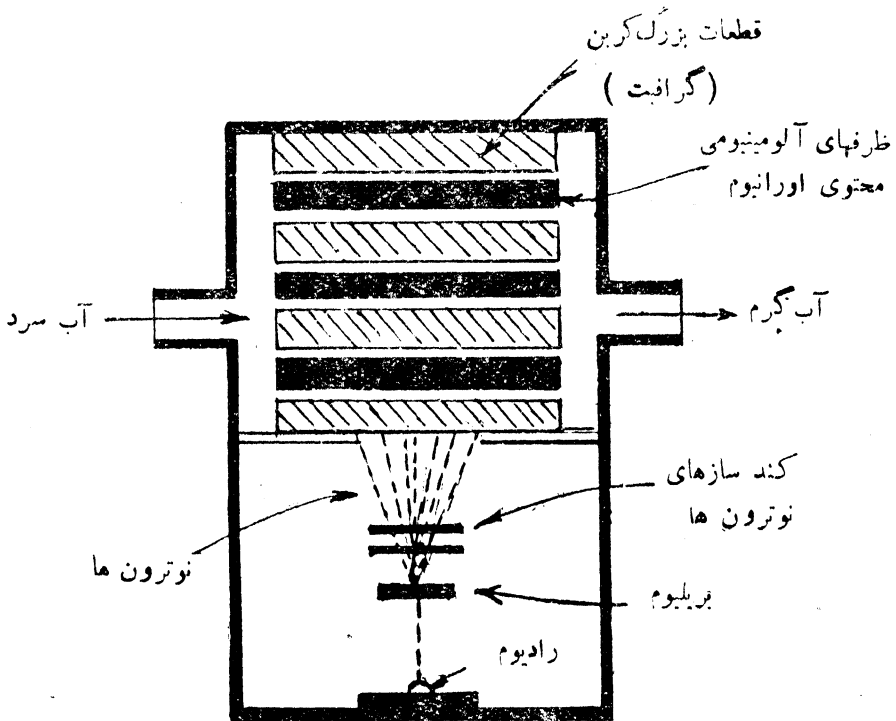
---

۱۵۲ ـ Thorium فلزی است خاکستری رنك، رادیو آکتیو، نسبتاً کمیاب و موجود درطبیعت بشماره اتمی آن ۹۰ و وزن اتمی ۲۳۲ مترجم

این پیل ها باید دارای دیواره‌های بسیار ضخیمی باشند که ازعبور نوترونها واشعه X جلوگیری کنند تا کسانیکه درحوالی آن کارمیکنند از آسیب آن مصون بمانند.

اکنون به بینیم عمل نوترونهای آهسته وسریع در شکافتن اتمها چگونه است. درمقدارمعینی اورانیوم معمولی (بیاد میآوریم که اورانیوم معمولی درطبیعت مخلوطی است از U۲۳۵ وU۲۳۸ وU۲۳۴) نوترون هائیکه دائماً ازاورانیوم ۲۳۵ بیرون‌میآیند بقدری سرعت دارند که اکثراً بدون آنکه باتمها آسیبی برسانندعبورمیکنند. ولی اگر همین اورانیوم را باآجرهای گرافیت درپیل‌اتمی بگذاریم‌وطوری ترتیب دهیم که‌نوترون ها دراثر برخورد بگرافیت آهسته شوندآنوقت درشکافتن اتمها بسیار مؤثر بوده واتمها بسرعت وشدت هرچه تمامتر خردمیشوند وازاین راه نوترونهای دیگری بدست میآید که اینها نیز بنوبه خود واردهسته‌یِ‌اتم های دیگر U۲۳۵ میشوندوعمل همینطورتکرارمیشود. پس‌معلوم‌شد که فعل وانفعالات‌زنجیری‌باهمین نیرنگ، یعنی باکاهش‌سرعت حرکت‌نوترون ها، فوق‌العاده تسریع میشود.

اولین پیل‌اتمی ساده‌بنام شبکه بسال ۱۹۴۱ دردانشگاه کلمبیا ساخته شد. این پیل باابعاد۸×۸×۸پا(هرپاه‌ر۳۰ سانتی‌متر) ازگرافیت بناشده ودرداخل آن۷ تن اورانیوم طبیعی خالص توزیع‌شده بود.زیراین پیل مقدار کمی ازمخلوط رادیوم و بریلیوم که منبع دیگری‌برای تهیه نوترون است قرارداده شده بود (اورانیوم ۲۳۵ که‌همراه اورانیوم‌طبیعی داخل پیل است نیزیك منبع تهیه‌ی نوترون میباشد.) ونوترونهای تولید شده وارد اتم های اورانیوم میشد . در این هنگام دانشمندان مشغول



شکل ۳۷ - یك پیل اتمی ساده . در این پیل نوترونهای لازم برای فعل وانفعال از بمباران فلز بریلیوم بتوسط رادیوم ایجاد میشود .

جستجودراین امر بودند که «ضریب تکثیر» ، یعنی میزان پیشرفت فعل و انفعالات زنجیری، بچه چیز بستگی دارد. دومین آزمایش بعمل آمد واتم ها باشدت نسبتاً زیادی شکافته شدند اماهنوزاین شدت برای آنکه فعل و انفعال براه افتاده وبخودی خود پیش رود کافی نبود . طبق تحقیقات فرمی (۱۵۳) دانشمند بزرگیکه درهسته‌ی اتم وبخصوص در پیل اتمی کارمیکرد،

۱۵۳- Enrico Fermi دانشمند ایتالیائی درسال ۱۹۰۱ بدنیا آمد درسال ۱۹۳۸ جایزه نوبل را بمناسبت مطالعه درباب مواد رادیوآکتیو مصنوعی که بوسیله بمبارانهای نوترونی تهیه میشوند برد . بسال ۱۹۳۹ بامریکا مهاجرت کرد. وی اولین کسی است که در پیل اتمی کار کرده ومامور ساختن آن بوده . درکار تکمیل بمب اتمی نیزسهم بزرگی دارد. مترجم

معلوم شدهرچه اندازه‌ی پیل بزرگتر وهرچه موادیکه در آن بکارمیروند خالص‌ترباشد ضریب تکثیربیشترخواهد بود.

بالاخره پیل اتمی بزرگتری درشیکاگو ساخته شد و نظر فرمی بثبوت رسید. مهندسینی که‌این پیل‌راساختند ازهیچگونه اقدامات‌احتیاطی بمنظورجلوگیری ازانفجارهائیکه امکان داشت دراثر پیشرفت فعل و انفعالات پیش آید فروگذارنکردند. بدین منظور میله‌هائی ازفلزکادمیوم درساختمان این پیل بکار بردند . (برای شرح بیشتری در این خصوص بکتاب اتم‌درخدمت بشرمراجعه‌کنید) این فلزنه تنها از سرعت نوترونها میکاهد بلکه قادربجذب ومتوقف ساختن آنها نیزمیباشد وبهمین دلیل آنرا « **اسفنج نوترونها** » میتوان نامید. این میله های کادمیومی بطور دقیق درون پیل ، جلوی مسیر نوترونها ، بقسمی کار گذاشته میشوند که بدلخواه بتوان آنهارا ازپیل خارج کرد واز سر راه نوترونها برداشت یا آنکه درپیل وارد کرد وجلوی مسیرنوترونها قرارداد. وقتی پیل شروع بکار کرد ابتدامیله های کادمیوم‌راخارج‌میکنندولی‌همینکه مشاهده کنند سرعت متلاشی شدن‌اتمها خیلی زیادشده باوارد کردن میله‌های کادمیوم آنرا متوقف میسازند . بنا براین بوسیله‌ی میله های کادمیومی میتوان «**سیل نوترونی**» یا «**شدت نوترونها**» راتحت نظارت گرفت و کارپیل رابدلخواه تنظیم کرد .

هرچه ازنوترونها کمتر جلوگیری شود، شکافت اتمها،همانطور که پیش‌بینی میتوان کرد، بیشترمیشود. باین‌ترتیب که هرگاه‌سیل نوترونهارا قدری‌زیاد کنیم‌فوراً کنتور گایگر-مولرباتیک‌تیک‌خوداعلام‌میدارکه‌میزان خردشدن اتمها نیز بیشتر شده است ولی عملا این افزایش انفجار های

اتمی باقی نمانده بزودی ازبین میرود و برای آنکه میزان خرد شدن اتمها بالاتر رود دوباره باید بشدت سیل نوترونی اضافه نمود. علمای حاضر وبویژه دکترفرمی اطمینان داشتند که سیل نوترونی باشدت مخصوصی باعث میشود که شکافت اتمها باتولید انرژی فوق العاده زیادی خودبخودو بدون کاهش ادامه یابد. میزان تقریبی انرژی حاصل نیز معلوم بودولی البته نزدیك شدن بآن حداحتیاط لازم داشت زیرا بالاخره دانشمندان با مواد کشنده ای سروکار داشتند، یعنی بایك نوعْ ماده‌ی منفجره‌ی جدید و وحشتناکی مواجه بودند. یك اشتباه کوچك در محاسبات ممکن بود بزندگی همه‌وبزندگی کسانی که درهمسایگی مستقیم پیل بودند خاتمه‌دهد.

بالاخره پیل مزبوربکارانداخته شد. پس ازساعتهای متوالی آزمایش واضافه کردن تدریجی سیل نوترونی سرانجام بجائی رسیدند که دیگر عمل پیل روبکاهش نمیرفت وعقربه‌ی دستگاههای اندازه گیری که همراه پیل بود درنقطه‌ی معین وثابتی ایستاده بود و گوشی دستگاه گایگر-مولر تیك تیك شدید وسریع وثابتی میکرد وتمام اینها نشان میداد که حالا دیگر تولید انرژی درپیل خودبخود بمیزان ثابتی رسیده و روی همین میزان باقی مانده وعمل نیزخودبخود درحال ادامه است.

ازآنروزتاکنون نه‌تنهادرتکمیل ساختمان پیل های اتمی به پیشرفتهای زیادی نائل شده‌ایم بلکه مواردااستعمال بیشتری نیزبرای این قبیل دستگاهها پیدا کرده‌ایم. این موارد استعمال ابداً شباهتی بکاربمب های اتمی ندارد بدین معنی که هدفش، بجای نابودی کامل بشر، نجات زندگی بشر میباشد. در همین پیلهای اتمی است (میتوان آنهارا ازخوراك پزی اتمی نامید) که ایزوتوپهای رادیوآکتیو را تهیه میکنند. این مواد که درکاوش های پزشکی وصنعتی آتیه‌ی

درخشانی را نوید میدهند باین طریق ساخته میشوند که اتمهای موادمعمولی مانند کربن، ید یا فسفر وقتی در پیل های اتمی درمعرض طوفانهای شدید نوترونی قرار گیرند تبدیل به ایزوتوپهای رادیو آکتیو میشوند.

بجای پیل های اتمی کوچك ۸ × ۸ × ۸ پا(۸پا تقریباً دومترونیم است) امروزه پیل‌های اتمی چنان بزرگی وجود دارد که کارکنان آن آن محتاج باستفاده از آسانسور هستند. دورتا دورهر پیل دیواره محافظ بتونی بضخامت ۵ پا (۱٫۵ متر تقریباً) کشیده شده‌است.

مقدارجائی راکه یك پیل اتمی اشغال میکند برای زندگی یك خانواده‌ی شش نفری (۱۵٤) کافی است. برعکس اولین پیل اتمی که در دانشگاه کلمبیا ساخته شد وفقط چند تن وزن داشت وزن پیل های اتمی بزرك امروز بالغ برچندهزارتن است. هر پیل اتمی قادر بحفظ وادامه‌ی فعل و انفعالات اتم شکنی بطوردائم میباشد وشدت فعل وانفعالات همواره درحدود معین وتحت نظارت دقیق قرارمیگیرد.

---

۱۵٤ ـ مؤلف فضای لازم برای یك خانواده شش نفری آمریکائی را در نظر داشته که لااقل دارای سه‌اطاق خواب، یك اطاق نهارخوری، یك اطاق پذیرائی، یك اطاق نشیمن، یك اطاق کار، یك اطاق برای بچه‌ها، یك آشپزخانه، دوحمام وروشوئی و مستراح ـ ویك انبارمی باشد. مترجم

دیواره بتونی

آهسته کننده (کند ساز گرافیتی)

میله های کنترل که از فولاد های « بُر » دار ساخته شده

لوله های آلومینیومی محتوی اورانیوم (بصورت قطعات کوچك).

بیرون آوردن لوله های آلومینیومی محتوی ایزوتوپهای رادیو آکتیو

آسانسور

دیوارهٔ محافظ خربی

طبقه دوم

طبقه اول

قطعات طویل گرافیت برای جا دادن بلوله های آلومینیومی محتوی ایزوتوپهای رادیو آکتیو

سوراخ برای قرار دادن لوله های آلومینیومی

پیل اورانیومی ——— رآکتور هسته

شکل ۳۸ ـ یك راکتور هسته‌ای یاپیل اتمی بزرك وجدید که فعلا ازآن بهره برداری میشود. این پیل بقدری بزرك است برای کارکردن باآن مجبور باستفاده از آسانسور های الکتریکی هستند. (با تقدیم تشکر واحترام بکمیسیون انرژی اتمی)

فصل چهاردهم

توان
یا
قدرت اتمی

دیدیم که قسمت اعظم انرژی حاصل از انفجارهای اتمی بصورت حرارت است، خواه انفجار سریع باشد (انفجار در بمب اتمی)، خواه آهسته ومنظم (انفجار در پیل اتمی) . این حرارت ازهمان نوع حرارتی است که از بخاری یااجاق برمیخیزد وپنجه‌ی پاهای ما را گرم میکند یا چای وقهوه‌ی صبحانه‌ی مارا میسازد .

پیل‌های اتمی بمقادیر هنگفتی حرارت تولیدمیکنند ومقدارحرارت مزبور بستگی بابعاد وشدت فعالیت پیل دارد . مثلاحرارتیکه دریکی از پیل‌های اتمی بزرگ اتمی ما تولید میشود بقدری است که برای خارج کردن حرارت حاصل ازدستگاه، از رودخانه‌ی **کلمبیا** (۱۵۵) استفاده میکنند . ازاین حرارت درشرائط خاصی ممکن است بنحو مناسبی استفاده کرد .هر پیل اتمی ، صرفنظر ازاینکه بچه منظوریا چگونه ساخته شده باشد، باید

---

۱۵۵ ـ رودخانه‌ایست درایالت واشنگتن امریکا که باقیانوس آرام میریزد واین پیل اتمی همان **کوره اتمی هنفرد** میباشد . مترجم

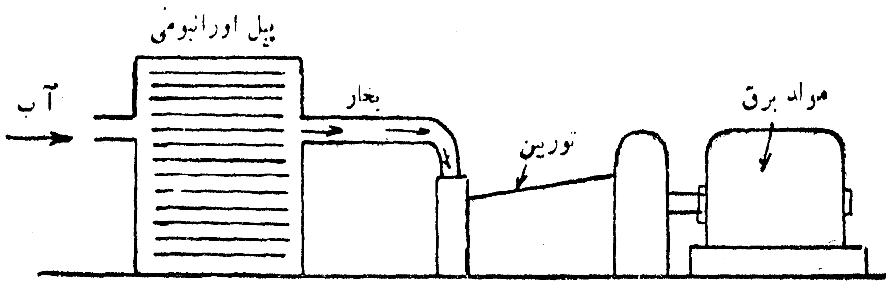
خنك نگهداشته‌شود والاحرارت حاصل کم کم بحدی میرسد که خسارت بزرگی ببارمیآورد . دربعضی ازنمونه‌های جدید برای خنك نگاهداشتن پیل اتمی‌از **فلز بیسموت** (۱۵٦) استفاده میشود باین طریق که فلزاز یك طرف واردپیل شده ودراثرحرارت ذوب‌میشود و در لوله های مخصوص بجریان افتاده وبصورت مذاب ازطرف‌دیگر پیل‌خارج میگردد . بیسموت مذاب درخارج پیل‌سردومنجمدشده‌ودوباره‌واردپیل میگردد واین عمل بهمین طریق ادامه مییابد و حرارت تولید شده در پیل را بدین ترتیب خارج میسازد . بنابراین اگرمایع‌سردی رادائماً ازپیل جریان‌بدهیم باین وسیله خواهیم‌توانست حرارترار ازپیل بیرون ببریم .

استفاده از انرژی اتمی برای‌مصارف‌علمی مبتنی‌برهمین‌امراست . مثلامیتوانیم آبرا درون پیل‌اتمی‌مخصوص‌حرارت‌داده ببخار تبدیل کنیم و این بخاررا بیك ماشین‌بخاریابیك توربین‌هدایت کرده وآنرا نیزبنوبه‌ی خودبیك دستگاه مولد برق‌وصل کنیم وانرژی الکتریکی بدست‌آوریم وباین ترتیب اولین‌آرزوی خود ، یعنی تبدیل انرژی اتمی بانرژی مفید راعملی کنیم. تجربیاتیکه‌امروزه بعمل میآیدنیز درتعقیب‌همین‌نظراست .

ساختن اتومبیل ، طیاره ، لوکوموتیو یا فشفشه‌ی اتمی البته جزو آرزوهای دوروددرازاست زیراهمیشه دردستگاههائیکه با انرژی اتمی سروکاردارند باید دردرجه‌ی اول فکری برای تامین جان‌کارکنان آن دستگاههابکنیم . سدهای محکم وضخیم باید بین دستگاه وکسانیکه با آن کارمیکنند بکشیم‌والاتابش‌هائی‌که درپیل بوجودمیآید بتدریج‌وحتی

---

۱۵٦ ــ فلزی است درخشان وخاکستری مایل بسفید که درحدود ۲۷۰ درجه حرارت ذوب میشود . مترجم



شکل ۳۹ ـ یکی از طرق تبدیل انرژی اتمی بانرژی قابل استفاده اینستکه پیل اتمی را بجای یك دیگ بخار بکار ببریم یعنی آب را بوسیله‌ی حرارتیکه در پیل تولید میشود بخار کنیم و بوسیله‌ی این بخار دستگاههای مولد برق را بحرکت در آورده انرژی برق بدست آوریم .

آنا موجب مرگ میشود. هیچ اتومبیل، هواپیما یا حتی هیچ لوکوموتیوی امروزه نمیتواند چنین دستگاههای سنگینی را حمل کند و اگر بخواهیم عقیده‌ی دانشمندانرا دراین بابت قبول کنیم باید بگوئیم که زیر دریائیها و کشتی های جنگی نیز ازحمل دستگاههای مزبور عاجزند (۱۵۷) . شاید روزی برسد که ما تسلط خود را برحرکت نوترونها و برتابش خطرناکی که ازشکافتن اتمها تولیدمیشود بقدری توسعه دهیم که بتوانیم موتورهای کوچك وسبکی برای مصرف دراتومبیل‌ها و هواپیماها بسازیم . ازطرف دیگر نباید ازنظر دورداشت که خیلی امکان داردبزودی وبطورناگهانی اکتشافاتی بعمل آید وماشین‌های اتمی را وارد بازار کندواستفاده‌ازآنرا برای همه کس ممکن سازد . آری ، جهانیکه مادرآن زندگی میکنیم با چنین سرعتی پیش‌میرود .

---

۱۵۷ ـ این کتاب سه‌سال پیش نگارش یافته . در ۱۷ ژانویه ۱۹۵۵ یعنی تقریبا یکسال پیش دولت امریکا اولین زیردریائی اتمی خودرا بنام نوتیلیوس Nautilus ، به آب انداخت شرح ساختمان این زیر دریائی بتفصیل در کتاب **اتم درخدمت بشر** آمده است .

فصل پانزدهم

بمب ایدروژنی

درفصل پنجم مطالبی در باره‌ی ترکیب دو اتم ایدرژن و تشکیل یك اتم گاز هلیوم بیان کردیم. همچنین فهمیدیم که وزن یك اتوم هلیوم کمتر از دو اتم ایدرژن(۱۵۸)میباشد و بهنگام ترکیب دو اتم ایدرژن، این تفاوت جزئی تبدیل با نرژی میشود. حتی تصور میکنند که همین ترکیب دو اتم ایدرژن و تشکیل یك اتم هلیوم است که در کره‌ی آفتاب انجام گرفته وحرارت فوق‌العاده زیاد کوره‌ی خورشید را که بدون آن زندگی برروی زمین محال میباشد، تولید میکند. فراموش کردیم یاد آوری کنیم که انرژی تولید شده ازاین ترکیب هزار برابر انرژی انفجار بمب اتمی است. کمیسیون انرژی اتمی مشغول تهیه تأسیسات بزرگی برای تولید اجزاء این عامل تخریبی مخوف میباشد.

در مورد انفجار اتمی، ما کلمه‌ی« **شکافت یا شکافتن** » (فیسیون FISSION) را بکار بردیم و این کلمه متلاشی شدن واز هم پاشیدن اتم‌ها

---

۱۵۸ منظور ایدرژن سنگینن است که وزن اتمی آن تقریباً ۲ میباشد.
مترجم

را میرسانید . ولی درمورد بمب ایدرژنی کلمه‌ی «پیوند» (فوزیون)را بکارمیبریم، زیرا دراین بمب ترکیب‌دواتم‌ایدرژن‌وتشکیل یك اتم هلیوم مانند آنستکه‌دواتم ایدرژن بهم جوش میخورند وباهم‌پیوند یافته جسم واحدی را تشکیل میدهند .

طرزتولید انرژی اتمی درموردبمب‌اتم ، چنانکه ملاحظه کردیم ، طوری است (۱۵۹) که نویدهای‌مسرت بخشی میدهد و کمك‌های بزرگی بکشورما وبتمام دنیادرزمان صلح خواهدکرد وحال آنکه بمب ایدرژن فعلا بجز مقداری انرژی غیر قابل و نظارت که فقط بکار مقاصد نظامی میخورد چیز دیگری بماهدیه‌نمیکند . فعل و انفعالات اتمی معمولی را ممکن است بقدری آهسته و رام کردکه جریان ملایم ودائمی ازانرژی قابل استفاده برای تولیدنیروی برق وبرای صنعت بدست آورد وحال آنکه وقتی‌فعل وانفعال ایدرژنی شروع شود دیگر آنرا نمیتوان تحت تسلط در آورد . (امروز مشغول‌مطالعه درکیفیت کنترل این انرژی‌نیز میباشند و شاید بزودی به نتیجه‌ی مثبت برسند . مترجم)

انفجار دربمب اتمی باین طریق صورت‌میگیرد که دویا چندقطعه ازماده‌ی قابل انفجار اتمی را(U ۲۳۵) ناگهان بهم نزدیك میکنند تا جرم آنها برابر مقداری شود که‌فیزیك‌دانها آنرا جرم بحرانی‌میگویندو آنوقت ، بدون‌آنکه انرژی از خارج بآن بدهیم ، انفجار بخودی خود شروع میشود ودرنتیجه‌مقدار فوق‌العاده‌زیادی انرژی که بیشتر آن‌بشکل حرارت است رها میگردد .

---

۱۵۹ ـ منظورانرژی حاصل ازانفجاراورانیوم استکه قابل نظارت بوده ومنجر بساختن پیل اتمی میشود . مترجم

برای ترکاندن یك ترقه باید حرارت بباروت آن رسانید تا انفجاری که صرفاً جنبه‌ی شیمیائی دارد انجام گیرد واین عمل بتوسط یك چاشنی صورت میگیرد . بمب ایدرژن نیزچاشنی میخواهد ولی این چاشنی، بر خلاف چاشنی ترقه، فقط یك کبریت نیست بلکه چاشنی قوی تری لازم است حرارتی که برای راه انداختن فعل وانفعالات ایدرژنی لازم داریم چندین میلیون درجه است و فقط یك چیز میتواند چنین حرارتی را دراختیار ما بگذارد و آن بمب اتمی است . پس یك بمب ایدرژنی بناچارترکیبی است ازیك بمب اتمی ،که بمنزله‌ی چاشنی میباشد؛ ویك بمب ساده‌ی ایدرژن که بمب اتمی مزبوررا احاطه کرده وباید ابتدا بمب اتمی منفجر شود تا گرمای لازم برای تحریك انفجار بمب ایدرژن را تولید کنند .

ما اکنون فقط میدانیم که در بمب ایدرژن یك نوع فعل وافعال ایدرژنی بوقوع میپیوندد وهرمطلب دیگریکه دراین باره گفته شودچیزی جزتخیل بیش نیست زیرا اسراراین بمب و انفجارهای ایدرژنی بعلت حفظ مصالح کشورمکتوم مانده است ،

ایدرژنیکه دراین فعل وانفعالات شرکت میکند وسر انجام اتم هلیوم رابوجود میآورد فقط منحصر به ایدرژن متعارفی نیست بلکه ایدرژن سنگین (بوزن اتمی ۲) وتریتیوم (۱۶۰) (بوزن اتمی ۳) نیز چنانکه سابقاً اشاره کردیم دراین فعل و انفعالات دخالت دارند. اکنون ایدرژن متعارفیرا که وزن اتمیش یك است پروتیوم (۱۶۱) و ایدرژن سنگین را

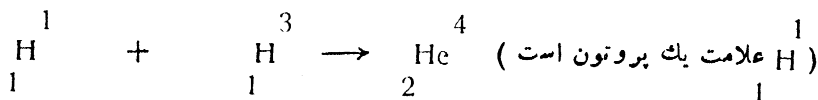
Tritium-۱۶۰
Protium-۱۶۱

دو تریوم (۱۶۲) مینامند .

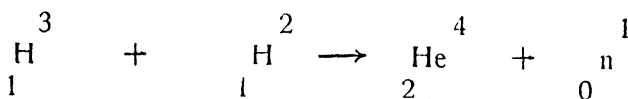
از تحقیقات علمی که بعمل آمده چنین برمیآید که ازراه ترکیبات متعددی میتوان انفجارهای ایدرژنی تولید کرد . یکی آنکه یك پروتون را بایـك اتم تریتیوم ترکیب کنیم دیگر آنکه ممکن است تریتیوم و دوتریوم رابکمك حرارت زیادباهم ترکیب و باین‌وسیله تولیدانفجار نمود. ترکیب **لیتیوم** بادوتریوم یاترکیب لیتیوم با پروتون نیزطریقه‌ی دیگری برای تولید انفجار ایدرژنی‌است (۱۶۳)

۱۶۲- Deuterium

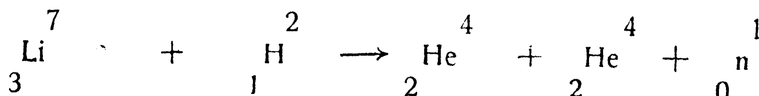
۱۶۳ ـ معادلات‌فعل وانفعالات اتمی فوق را بترتیب میتوان بصورت زیر نوشت .



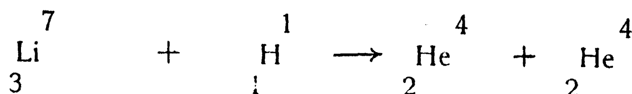
$${}^{1}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He$$ (${}^{1}_{1}H$ علامت یك پروتون است)



$${}^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$



$${}^{7}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$



$${}^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{4}_{2}He$$

فصل شانزدهم

در جستجوی اورانیوم

برای تکمیل چنین کتابی لازم است که در آن ذکری از جستجوی معادن اورانیوم نیز بمیان آید ، زیرا اورانیوم نه تنها ماده‌ی اصلی بمب اتمی و پیل‌های قدرت زای اتمی است بلکه برای ساختن بمب ایدرژنی هم لازم میباشد و بنابراین اگر ایالات متحده‌ی امریکا دارای ذخائر فراوانی ازاین فلز نباشد تمام دقائق و اطلاعات فنی درباره‌ی انرژی اتمی بیمصرف خواهد ماند . از آنچه تاکنون معلوم شده چنین برمیاید کـه ذخیره‌ی اورانیوم جهان تمام نشدنی نیست . ماهنوز دقیقاً نمیدانیم که پایان آن کی و کجاست ولی قدر مسلم آنستکه ذخیره‌ی اورانیوم ، بادر نظر گرفتن جمیع احتمالات ، کافی نمیباشد. کشور ما باید همواره درصدد کشف معادن اورانیوم جدیدی باشد که عیار اورانیوم آن برای تضمین مزد کارکنان و سایر مخارج کافی باشد . جستجو ، از هم اکنون شروع شده است . مانند دسته‌ی مشهور « جویندگان طلا » (۱۶٤) درقرن نوزده ، امروزهم عده‌ای بدنبال ماده‌ای

---

۱۶٤ این دسته که Forty - niners نامیده میشدند کسانی بودند که بلافاصله پس از کشف فلز طلا در سال ۱۸٤۹ برای بدست آوردن این فلز بطرف کالیفرنیا رهسپار شدند . مترجم

در زمین میگردندکه ازطلاقیمتی‌تر ومفیدتر وبرای آینده‌ی کشورامریکا بمراتب با اهمیت‌تراست . کمیسیون انررژی اتمی مانه تنها بجویندگان اورانیوم کمك میکندبلکه جایزه‌هائی هم میپردازد تا بدینوسیله‌مردم‌را تشویق بابراز فعالیت در جستجوی اورانیوم بنماید . کسانیکه معادنی کشف کنندکه‌عیاراورانیوم‌ش ازحدمعینی بیشترباشد وبتوانند مقدارمعینی اورانیوم بدهد جایزه‌ای بمبلغ ده‌هزار دلاردریافت خواهندکردوتازه‌این مبلغ، نسبت‌بمبالغ هنگفتی‌که ازخودمعدن نصیب آنهاخواهدشد(۱۶۵) مقدار ناچیزی است .

اورانیوم و سایر مواد رادیو آکتیو همه جا درزمین وجود دارد منتهی بطوریکنواخت پراکنده نشده‌اند بطوریکه‌بعضی نقاط ازاین‌حیث غنی‌ترازسایر نقاط‌اند . این فلزسنگین خاکستری رنگ رویهمرفته یك ده‌هزارم پوسته‌ی زمین را تشکیل میدهد ولی عیار آن دربعضی از نقاط مکشوف ونیزدربعضی از نقاط نا مکشوف خیلی‌بیشتراز این مقداراست. امور این دنیای جدید اتمی بقراری است که آینده‌ی ایالات متحده‌ی امریکا باانررژی اتمی بستگی دارد : آینده امریکا از لحاظ نیروی‌نظامی آینده‌ی امریکا ازلحاظ قدرت عظیم صنعتی‌وازنظرپیشترفتهای اجتماعی‌و فراوانی نعمت برای همه .

اکنون درایالات متحده‌ی‌امریکا ،جویندگان اورانیوم‌ازپیر گرفته تاجوان، باکنتورهای گایگرمولرخود مشغول جستجوی‌اورانوم درزمین میباشند . این‌جویندگان‌اورانیوم‌بروی تپه‌هاودشتها، درآنجائیکه ایالات

---

۱۶۵ ـ توضیح‌آنکه درآمریکا هرکس معدنی پیدا کند بموجب قانون مالك‌آن معدن شناخته میشود . مترجم

اوتا، **کولورادو**، **آریزونا** و **نیومکزیکو** باهم تلاقی میکنند پراکنده شده‌اند. همچنین معلوم شده که درایالات **نوادا**. **وایومینگ**، **مونتانا** و **میشیگان**(۱۶۶) نیز معادنی یافت میشود. دراین سرزمین‌های پهناور، اورانیوم بصورت اکسید اورانیوم (U_3O_4) و بمقادیر متفاوتی وجود دارد. مقدار آن در پاره‌ای از نقاط بقدری کم است که بزحمت استخراج نمیارزد ودر بعضی جاها بقدری است که ارزش استخراج دارد وشاید در بعضی نقاط دیگر، که هنوز کشف نشده، مقدار اورانیوم بقدری زیاد باشد که جوینده را ثروتمند سازد. فعلا چند معدن کوچك بتوسط اشخاص در دراین ناحیه کشف وبطور خصوصی بهره برداری شده است. دراین گونه موارد، کمیسیون انرژی اتمی نه تنها مایل ومشتاق کمك وراهنمائی کردن است، بلکه هر تن از این سنگ معدنی قیمتی را که ازعمق بروی زمین آورده وبرای حمل ونقل آماده شده باشد بقیمت خوبی میخرد. اورانیوم جویان امروزی، برعکس طلاجویان ریشوی دیروز، جوانانی هستند که عده‌ای، بجستجوی معدن، زمین را میشکافند وسنگ‌ها را آزمایش میکنند و عده‌ی دیگری که معدنی رایافته‌اند روی سنگ‌های معدنی خود کارمیکنند، وهمه همواره امیدوارند که بخت یاری کند و بمعدنی که عیارش فوق العاده خوب باشد بر بخورند.

بطور کلی، وقتی معدن نزدیك سطح زمین بوده وخیلی عمقی نباشد عملیات معدن شکافی بسیار ساده‌است، زیرا نیازی بـدستگاههای تلمبه برای خارج کردن آب نیست و بعلاوه، این معدنچیان جدید دراینصورت

---

۱۶۶ – Utah ، Colorado ، Arizona ، New Mexico ،
Nevada ، Wyoming ، Monotana ، Michigan

بدستگاههای سنگین و گران قیمتی (مانند دستگاه حفاری ، دستگاه : خارج کردن سنگ‌های معدنی ودستگاه بعمل آوردن سنگ‌ها و آماده کـردن آنها) نیز احتیاجی ندارند . بعضی از جوانان متهورو پر کارجز بکلنگ‌و بیل‌و ارابه‌ی‌دستی بچیز گران قیمت‌تر و پیچیده‌تری محتاج نیستند.

ملاحظه میشود که لوازم کاردرمعادن اورانیوم طوری است کـه هم برای عاملین کوچك‌و هم برای عاملین بزرگ محلی برای فعالیت موجود است . عده‌ی کمی از این معادن بقدری بسطح زمین نزدیك است کـه تقریباً بلاواسطه و بلافاصله میتوان بسنگ معدنی دست یافت .

جوانانیکه از آلودن‌دست بگل‌وخاك‌واز بکارانداختن عضلات‌خود باك ندارند سودی کـه ازیك معدن متوسط‌العیار نصیبشان میشودممکن است مبلغ‌قابل توجهی باشد . بازار اورانیوم همواره کسادناشدنی و گرم است . احتیاج و کیف پر از پول **عموسام** ضامن این مدعااست .سنگ معدنی متوسط بیش ازتنی ده‌دلار وسنگ های خیلی خوب تاتنی‌شصت‌و شش دلار بفروش میرسد . البته‌ممکن است بجستجوی اورانیوم باینطرف و آنطرف گشتن‌وزمین‌رازیرورو کردن کارمشکلی باشدولی لطف پیشاهنگی و جهانگردی وانتظار یك« برخورد بزرگ » وثروت هنگفت همیشه در آن نهفته است .

معنی لغات علمی مندرج در این کتاب

(از مترجم)

آب سنگین. آبی است مرکب از ایدرژن سنگین و اکسیژن. اگر آب سنگین جلوی راه نوترونهای سریع قرار گیرد حرکت آنهارا آهسته میکند واز همین خاصیت آن در بمباران نوترونی استفاده میشود.

اتم (Atom). واحد ساختمانی جسم ساده یعنی کوچکترین قطعه‌ی یك جسم ساده است، بطوریکه اگر بخواهند آنرا تقسیم و کوچکتر کنند متلاشی شود و خاصیت خود را از دست بدهد و باجسام سبکتری تبدیل گردد. اتم را سابق بر این جزء تقسیم ناپذیری دانسته و بهمین سبب آنرا جزء **لایتجزی** مینامیدند (کلمه‌ی اتم که لغت یونانی است نیز همین معنی را میدهد) ولی امروزه اتم را متشکل از الکترون (-) و پروتون (+) و نوترون (خنثی) میدانند.

اختلاف سطح الکتریکی. عاملی است که سبب برقراری جریان برق در یك جسم هادی مانند سیمهای فلزی میشود. هرچه اختلاف سطح الکتریکی بیشتر باشد جریان برق بهتر یعنی بسرعت بیشتر ازسیم‌ها میگذرد. اختلاف سطح الکتریکی را **ولتاژ** یا **اختلاف فشار الکتریکی** گویند و برحسب ولت بیان میکنند. مثلا اختلاف سطح برق تهران ۲۲۰ ولت است.

اشعه‌ی آلفا (α) . بکلمه‌ی ذرات الفا مراجعه شود .

اشعه‌ی ایکس (X) . اشعه‌ی نامرئی که از بسیاری مواد منجمله بدن انسان میگذرد ازمواد سبک‌تر ازقبیل کاغذ ، چوب، پارچه ، آلومینیوم . گوشت بدن بهتر وازمواد سنگین‌تر ازقبیل سرب ، استخوان، بلور (بعلت داشتن سرب) سخت‌تر میگذرد . از همین خاصیت در پزشکی برای عکس برداری از بدن واحشاء استفاده میکنند .

اشعه‌ی بتا (β) بکلمه‌ی ذرات بتا مراجعه شود .

اشعه‌ی کیهانی . اشعه‌ی نامرئی که ازفوق جو دائماً برسطح کره‌ی زمین میتابند . این اشعه دارای انرژی وقدرت نفوذفوق العاده‌زیادی هستند بطوریکه مقدارزیادی درعمق زمین فرومیروند . تصورمیکنند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی دراصل ازپروتون تشکیل شده و این پروتونها دراثر برخورد باذرات هوای جو آنهارامتلاشی کرده تولید الکترون ، پروتون ، نوترون میکنند که اینهارا اشعه‌ی کیهانی ثانوی گویند . این اشعه نیز بنوبه‌ی خودتولید اشعه‌ی کیهانی درجه سوم میکنند وهمینطور اما آخر .

اشعه‌ی گاما (γ) یکنوع اشعه‌ی ایکس نافذتر و قویتر است که دائماً از رادیوم وسایرمواد رادیو آکتیو بیرون میآید .

اطاق ابری ویلسون . دستگاهی است که مسیر حرکت ذرات باردار اتمی را بشکل تیرشهاب که شبها درآسمان دیده‌اید نشان میدهد .

الکترود (Electrode) . جسم هادی است که در دستگاهی قراردارد ومخصوص اتصال بجریان برق میباشد . یکدستگاه ممکن است دو الکترودیابیشتر داشته باشد .

الکترون(Electron)واحدساختمانی الکتریسیته‌ی منفی یعنی کوچکترین ذره‌ی الکتریسته‌ی منفی است . الکترون یکی از اجزاء ساختمان اتم است .

الکترون آزاد . الکترونهائیکه جریان برقرا در اجسام هادی بوجود میآورند .

الکترون ظرفیت ـ الکترونهای مدارهای خارجی یك عنصر. تعدادایـن الکترونها برابر ظرفیت شیمیائی عنصر است .

الکتریسیته . یکنوع انرژی است که تولید انرژی نورانی ، حـرارتی ، شیمیائی ، مکانیکی وغیره میکند. الکتریسیته بوسیلهٔ مالش و بوسیلهٔ فعل و انفعالات شیمیائی (چراغ قوه‌ی جیبی) و بوسیلهٔ دخالت مغناطیس (دردینام اتومبیل ودوچرخه) ساخته میشود .

الکتریسیته جاری . ما آنرا برق یا جریان برق مینامیم. ازحرکت الکترونها دریك هادی تولید میشود .

الکتریسیته‌ی ساکن . دراثر مالش دراجسام پیدامیشود و بردو نوع است :
۱ ــ **الکتریسیته‌ی** منفی که عبارتست از اجتماع الکترونها بحـال سکون دریك جسم ۲ .. **الکتریسیته** مثبت که کوچکترین جزء آن پروتون نامدارد ودراثر کم بود الکترون یازیادتی پروتون در یك جسم بوجود میآید

الکتریسیته نما(الکتروسکپ Electroscope)دستگاهی است که وجود الکتریسیته را نشان میدهد .

آلومینیوم(Aluminium) . فلز سبك وسفیدرنگی است. علاوه برمصارف آشپزخانه درصنعت نیز مورد استعمال زیاد دارد .

آمپراژ(Amperage) بکلمه‌ی شدت جریان برق مراجعه شود

انرژی . قابلیت انجام کار را انرژی گویند. مثلا میگوئیم الکتریسیته دارای انرژی است زیرا الکتریسیته میتواند برای ما کار انجام دهد. انرژی الکتریسیته را انرژی الکتریکی گوئیم. انرژی انواع مختلف دارد که مهمترین آنها بدین قرار است: انرژی حرارتی (یعنی انرژی مربوط بحرارت)، انرژی حرکتی (زیرا هرجسمی که دارای حرکت و سرعت باشد میتواند کار انجام دهد)، انرژی شیمیائی (انرژی حاصل شده ازفعل وانفعالات شیمیائی) وانرژی اتمی که ازتمام اقسام انرژی نیرومندتر است ودراثر انفجارهای اتمی یافعل و انفعالات هسته‌ای تولیدمیشود . کلمه‌ی انرژی درمحاورات روزانه نیز مصرف میشود مثلا میگویند این شخص دارای انرژی است. یعنی «آدم پرکاری» است.

اورانیوم (Uranium) . فلزی سنگین وسفید نقره‌ای فام و رادیو آکتیو است. سنك معدنی آن پیچ بلند (Pitchblende) وکارنوتیت است. اورانیوم بسال ١٧٨٩ توسط کلاپروث کشف شد . این فلز دارای سه ایزوتوپ است : U٢٣٨ و U٢٣٥ و U٢٣٤ است. درصد گرم اورانیوم طبیعی ٩٩/٣ گرم U٢٣٨ و ٠/٦٩٢ گرم U٢٣٥ و ٠/٠٠٨ گرم U٢٣٤ وجود دارد . اورانیوم که امروزازمنابع فوق العاده پر اهمیت انرژی اتمی است دربمب وپیل اتمی مصرف میشود . قابلیت انفجاراتمی وتولید انرژی U٢٣٥ از دوایزوتوپ دیگر فوق العاده بیشتر است

ایدروژن . عنصری است گازی شکل بی‌رنك ، بی‌بو وبی طعم از تمام عناصر سبك‌تر است . درهوای معمولی بحال آزاد بمقدارفوق العاده

ناچیز وجود دارد . آب‌از‌ترکیب ایدرژن‌واکسیژن بوجود آمده بطوریکه در۹ گرم آب یك گرم ایدرژن و۸ گرم اکسیژن وجود دارد . ایدرژن دارای سه‌ایزوتوپ است : ۱ ـ ایدرژن متعارفی یا ایدرژن سبك ۲ ـ ایدرژن‌سنگین (دوتریوم) یا ایدرژن «دووزن» ۳ ـ ایدرژن «سه‌وزن»(تریتیوم) . مقدار ایدرژن سبك (پروتیوم) ۹۸/۹۸ درصد ایدرژن‌طبیعی است .

ایدرژن سنگین (Deuterium) . وزن اتمی آن ۲ ومقدار آن ۰/۰۲ در صد ایدرژن طبیعی است .

ایزوتوپ(Isotope) . عنصریکه‌ازحیث‌خواص‌شیمیائی وتعدادالکترونها وپروتونها مشابه عنصردیگری باشد وفقط‌دروزن‌اتمی باآن‌عنصر تفاوت‌داشته‌باشد . درشیمی‌عنصراصلی‌وایزوتوپهای آنرارویهمرفته فقط یك‌عنصر حساب‌میکنند . مثلا اورانیوم دارای سه ایزوتوپ است‌که عنصراصلی U۲۳۸ است‌که مقدار درصد آن ۹۹/۳ گرم درصد اورانیوم‌طبیعی‌است . دوایزوتوپ دیگر U۲۳٥ وU۲۳٤ میباشند که مقدار درصد آنهابسیارجزئی‌است . به‌اورانیوم‌مراجعه شود .

اینچ (Inch) . معادل۲/٥٤ سانتی‌متر .

بارالکتریکی . وجودالکتریسیته‌ی ساکن‌مثبت‌یامنفی دریك‌جسم.جسمی که دارای مقدار الکتریسیته‌ی ساکن‌است میگویند دارای بار الکتریکی است .

باردار . جسمی‌که دارای بارالکتریکی است . وقتی‌میگوئیم فلان‌جسم باردار میباشد یعنی دارای مقداری الکتریسیته‌ی ساکن مثبت یا

منفی است

بار شده . جسمی را که‌دارای بارالکتریکی کرده‌اند . مثلا میگوئیم «یك الکتریسیته نمای بارشده» یعنی الکتریسیته نمائیکه بآن بارالکتریکی داده‌ایم .

بار کردن . دادن الکتریسیته‌ی ساکن بجسمی ، مثلامیگوئیم : «بار کردن الکتریسیته نما»

باریوم (Barium) فلزی است سفید نقره‌ای‌فام .

باتری . مجموعه‌ی دو یا چند پیل الکتریکی . مثلا قوه‌ی کتابی چراغ قوه‌ی جیبی یك باتری است که از سه پیل تشکیل شده .

بریلیوم (Beryllium) یا **گلوسینیوم** (Qiucinium) ـ فلزی کمیاب و فولادی رنگ است . اگر این عنصر بوسیله‌ی رادیوم بمباران شود تولید نوترون میکند و بهمین جهت بریلیوم ورادیوم‌را در پیل اتمی بعنوان منبع نوترون بکار میبرند .

پا (**فوت** Foot) . واحد طول انگلیسی و امریکائی معادل ۳۰/۵ سانتی متر تقریباً .

پدیده . اتفاق کیفیت ، امر ، حادثه یااثریکه بظهور برسد . مثلامیگوئیم برق‌زدن‌در آسمان یك پدیده‌ی الکتریکی وقوس‌وقزح یك پدیده‌ی نوری است .

پر تناوب. جریان برق متناوبی که تناوبش (فرکانسش) خیلی‌زیادباشد .

پروتون (Proton) کوچکترین ذره‌ی الکتریسته‌ی مثبت . پروتون یکی از اجزاء مشکله‌ی اتم‌است که فقط درهسته‌ی اتم وجود دارد .

پوند (Pound) واحدوزن امریکائی وانگلیسی معادل ۴۵۳/۶ گرم‌است.

پیل اتمی . دستگاهی‌است که در آن انفجار های اتمی را تحت نظارت قرار داده و شدت فعل و انفعالات هسته ای را بمیزان دلخواه رسانیده وثابت نگاه میدارند وازانرژی‌تولیدشده برای‌بخار کردن آب وازبخار آب بحرکت در آوردن‌دستگاههای مولدبرق‌استفاده میکنند . ضمناً درپیل‌اتمی موادی‌را تحت‌بمباران‌های نوترونی یا پروتونی قرارداده وازآنها ایزوتوپهای رادیو ، آکتیو میسازندکه درکشاورزی وپزشکی‌مصرف‌میشود . پیل‌های‌اتمی‌امروزساختمان های فوق‌العاده بزرگی‌هستندکه بزرگی بعضی ازآنهابیك عمارت چندطبقه میرسد، بطوریکه کارکنان این‌دستگاههامجبورباستفاده ازآسانسور میباشند . ماده‌ایکه درپیل‌اتمی منفجرمیشود وتولید انرژی اتمی‌میکند اورانیوم‌است واین‌انفجاراتمی دراثرگلوله‌های نوترونی که سرعت‌کمی‌دارند انجام میگیرد .

پیل الکتریکی . دستگاهی است که دراثر فعل و انفعالات شیمیائی که درون آن انجام‌میگیرد، تولید جریان‌برق میکند . یك نوع ازپیل های الکتریکی‌را پیل‌خشك مینامندکه همان قوه‌های‌چراغ جیبی وباتریهای خشك رادیو میباشد .

پیوند (Fusion) نوع مخصوصی از انفجار اتمی‌که دراثر بهم پیوستن هسته‌ی چنداتم‌ایجادمیشود مانندانفجار بمب ایدرژنی .

تابش‌یاتشعشع . خروج‌انرژی ازماده بصورت‌موج یا بصورت ذره . مثلا مواد رادیوآکتیو دائماً انرژی حرارتی ، اشعه‌ی گا ، ذرات بتا (الکترون) وذرات آلفا (هلیون) ازخود خارج میکنند و بتمام اینها میگویند : تابش مواد رادیو آکتیو. همچنین تابش اشعه‌ی

ایکس ؛ تابش نوترونی تابش الکترونی وغیره نیزداریم .

تخلیه . خارج کردن هوا یاگازهای، موجود دریك محل. مثلا : تخلیه‌ی هوای درون شیشه .

تخلیه‌ی الکتریکی ۱ ـ ازبین‌رفتن یاازبین بردن بارالکتریکی یك‌جسم باردار مثلا : تخلیه‌ی الکتریسیته‌نما یعنی ازبین رفتن بارالکتریکی الکتریسیته‌نما ۰ ۲ ـ عبور دادن جریان برق از لوله ایکه هوای داخل آنرا فوق‌العاده کم کرده باشند ۰ مثلا : تخلیه‌ی الکتریکی درلوله‌ی کروکس ۰

تشعشع . بکلمه‌ی‌تابش مراجعه شود.

تناوب . تعداد نوساناتیرا گویند که‌جریان‌متناوب دریك‌ثانیه میکند.(این کلمه غلط مصطلحی است زیرا تناوب یعنی متناوب بودن)نوسان یعنی‌رفت وآمد، مانند حرکت لنگرساعت های دیواری. یك‌رفت و آمد را رویهمرفته یك نوسان کامل گویند . مثال: تناوب برق تهران ۵۰ است، یعنی جریان برق درهر ثانیه ۵۰ نوسان کامل میکند .

توربین (Turbine) . دستگاهی است متشکل ازچرخهای پره‌دار.وقتی آب یا بخارآب یاگاز دیگری بافشار زیاد به پره های دستگاه بخورد، آنرا بسرعت میگرداند و هرچه فشار بیشتر باشد سرعت دوران توربین بیشتراست. توربین‌ها قویترین موتور هائی هستند که تاکنون‌ساخته شده‌وآنهارا برای بحرکت انداختن دستگاه‌های مولد برق و کشتی‌ها و بعضی هوا پیماها بکارمیبرند. کارخانه‌ی برق تهران با توربین بخارکار میکند . آسیا های قدیمی‌خودمانهم

یك نوع بسیارساده واولیه‌ی توربین آبی است.

توریوم (Thorium) فلزی خاکستری رنك، کمیاب ورادیو آکتیواست. این فلز نیزمانند رادیوم واورانیوم یکی ازمنابع انرژی اتمی است. بعضی ترکیبات آنهم درپزشکی مصرف دارد.

جدول تناوبی. هرگاه عناصر موجود درطبیعت را برحسب وزن اتمی و بترتیب صعودی دنبال‌هم بنویسیم، صرفنظر ازاولین‌عنصر (ایدرژن) مابقی عناصر کیفیت عجیب ومخصوصی‌را نشان میدهند که بتوسط **منده‌لیف** Mendelejeff ، شیمی دان‌روسی، بسال ۱۸۶۹ کشف و **بقانون تناوبی** موسوم گردید و خلاصه‌ی آن بدین قراراست: هر عنصری دراین جدول، ازحیث خواص فیزیکی وشیمیائی، به هشتمین عنصریکه‌پس از آن واقع شده شباهت تام دارد. مثلا لیتیوم، سدیوم و پتاسیوم، که هر کدام‌هفت عنصر باهم‌فاصله‌دارند کاملا شبیه یکدیگرند. حال اگرعناصرطبیعی را بهمان‌طریقی که ذکرشد، یعنی برحسب وزن اتمی و بترتیب صعودی طوری‌دنبال‌هم بنویسیم که ضمناً عناصرشبیه بهم زیرهم قرار گیرند جدولی‌بدست میآید که جدول‌تناوبی نامیده میشود البته مطالب مربوط بجدول تناوبی بهمین جاختم نمیشودو بهمین سادگی ها نیست وچندمورد استثنائی نیزدرآن وجوددارد، ولی‌فعلا مابهمین مختصرقناعت کرده وبجای جدول تناوبی، فهرستی ازعناصرطبیعی بترتیب شمارهٔاتمی درآخر کتاب بدست میدهیم.

جرم. فعلا باین تعریف ساده‌قناعت میکنیم: جرم یك جسم عبارتست‌از مجموعه‌ی ذراتی که دورهم جمع‌شده‌و آن جسم‌را ساخته‌اند.جرم

هرجسم مقدار ثابتی است وهر اندازه که از زمین بالا یا در اعماق دره‌ها پائین برویم تغییری درجرم جسم پیدا نمیشود (بوزن مراجعه کنید تافرق آن باجرم معلوم شود). واحد جرم گرم است .

جرم بحرانی . برای آنکه U۲۳۵ منفجر شود باید جرم معینی داشته باشد. این جرم معین را جرم بحرانی گویند.

جریان متصل . جریان برقیرا گویند که جهت حرکت آن درسیم ثابت ولایتغیر باشد. مانند جریان برق حاصل از پیل‌های الکتریکی .

جریان متناوب (آلترناتیف) جریان برقی است که درسیم نوسان کند (به تناوب رجوع کنید). یعنی گاهی از یك جهت وزمانی از جهت مخالف آن درسیم جریان یابد. مانند برق تهران و جریان حاصل از دینام دوچرخه.

جسم ساده یا عنصر . جسمی را گویند که بوسائل شیمیائی تجزیه پذیر نبوده وتبدیل باجسام سبك تر ازخود نشود . تعداد عناصر بالغ بر ۹۸ می‌باشد که جزعده‌ی معدود مابقی در طبیعت موجودند. هریك از این عناصر دارای یك ، چند ایزوتوپ است . عناصر ۹۸ گانه مشتمل بر فلزات و شبه فلزات میباشند . (بجدول عناصر در آخر کتاب مراجعه شود).

جسم مرکب. جسمی است که ازترکیب دویا چندجسم ساده بوجود آمده باشد ماننداب (ترکیب اکسیژن و ایدرژن) باستثنای ۹۸ جسم ساده مابقی اجسامی که در دنیا وجود دارند از اجسام مرکب می باشند .

جو (اتمسفر) . ۱ـ هوائیکه کره‌ی زمین‌را احاطه کرده است وما همه‌در

آن غوطه وریم ۲ـ هوا یا گاز دیگری که‌درظرفی جای‌میدهند.

خلاء. محلی که ازهوا یاهر نوع گاز و بخار دیگر خالی باشد. برای‌خالی کردن هوای یك‌ظرف و ایجادخلاءتلمبه‌های مخصوصی بکارمیرود بنام تلمبه‌ی تخلیه‌ی هوا.

دریچهٔ‌اطمینان. دریچه‌ی است روی‌دیگ های بخار، هروقت‌فشار بخار درون دیگ بحدخطر ناکی رسید این دریچه‌را باز و بخار زیادی خارج وفشاردیگ کم‌میشود. بعضی کتری‌هادارای‌دریچه‌ی‌اطمینانی هستند که سوت هم‌میزنند.

ذرات‌اصلی اتمی. عبارتند ازالکترون، پروتون، نوترون، دوترون، (هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین) هلیون (هسته‌ی اتم هلیوم) وعده‌ی دیگری‌که ذکر آنها زائد بنظرمیرسد.

رادیو آکتیو. اجسامیرا گویند که خودبخودو بطورِدائم‌در «تابش» باشند، یعنی مقداری‌انرژی‌بصورت‌حرارت،اشعه‌ی گاما، الکترون،پروتون ازخودخارج‌سازند. مانند رادیوم،اورانیوم ،توریوم‌وچندعنصر دیگر

رادیو آکتیویته. خاصیت رادیو آکتیو بودن. مثلا میگوئیم رادیوم‌دارای رادیو آکتیویته‌ی زیادی است.

رادیوم. (Radium) . فلزی براق وسفید و رادیو آکتیواست خاصیت رادیو آکتیویته‌ی این فلز وترکیبات آن فوق‌العاده زیاداست ودر پزشگی برای برق گذاشتن (سرطان وغیره) مصرف‌میشود.

درپیل اتمی، این فلز وبریلیوم را برای تولید نوترون بکارمیبرند. جریان امر بدین قراراست‌که این فلز بوسیله‌ی تابش خودبریلیوم را بمباران میکند واز بمباران بریلیوم نوترون بمقدارکافی برای

بمباران اورانیوم بدست میآید. رادیوم بسال ۱۹۱۰ بتوسط مادام کوری، شیمی‌دان فرانسوی، بصورت خالص بدست آمد.

راکتور هسته‌ای . (Reactor) پیل اتمی (پیل اورانیوم)

سایکلوترون (Cyclotron) . دستگاهی که با آن ذرات اتمی بار دار بویژه پروتونها، دوترونها وهلیونهارا بسرعت فوق العاده زیاد (چندین ده‌هزار کیلومتر درثانیه) بحرکت درآورده وبرای بمباران اتم‌ها بکار میبرند. این دستگاه بتوسط **او. لارنس** (E. O. Lawrence) فیزیك دان عالیقدر ومعاصر امریکائی اختراع شده . نه تنها برای کاوش های اتمی، بلکه برای ساختن ایزوتوپهای رادیـو آکتیو نیز ازاین دستگاه مانند پیل اتمی استفاده میشود.

سپینتاریسکوپ (Spinthariscope) دستگاه ساده‌ایکه انفجارهای اتمی مواد رادیو آکتیورا مانند چشمك زدن ستارگان نشان میدهد.

شدت جریان یا آمپراژ. تعداد الکترونهائیکه در یك ثانیه از یك نقطه‌ی سیمی عبورمیکنند. هرچه تعداد الکترونهای مزبور زیاد ترباشد جریان شدیدتراست وهرچه جریان شدید باشد، تولید حرارت ونوربیشتری میکند .

شکافت یاشکافتن. (اگردرجمله بصورت اسم بکار رود) Fission آن نوع انفجارهای اتمی را بیان میکند که براثر آنها هسته‌ی یك اتم شکافته شده بدویاچندپاره میشود. مانندانفجاربمب اتمی (اتمهای اورانیوم یا پلوتونیوم) .

شماره‌ی اتمی . شماره‌ی ترتیب هر عنصر درجدول تناوبی. **مثلا شماره‌ی اتمی** ایدرژن ۱، هلیوم ۲، لیتیوم ۳ میباشد. **شماره‌ی اتمی هرعنصر**

تعداد الکترونهای آن عنصر را (یا تعداد پروتونهائیکه درهسته دارد) نیز نشان میدهد.

شماره‌ی زمینه . شدت اشعه کیهانی و تابش های محلی درهر نقطه. وقتی برای کشف معادن اورانیوم یا آزمایش مواد رادیو آکتیو میخواهیم با کنتور گایگر مولر کار کنیم ، بایدقبل ازشروع بکار شماره‌ی زمینه رادرمحل مورد آزمایش تعیین کنیم، یعنی باید بدانیم که شدت اشعه‌ی کیهانی و تابش های محلی دراین نقطه‌ی بخصوص چقدر است و آنوقت بهنگام آزمایش، هرگاه دستگاه گایگر مقداری بیشتر ازشماره زمینه را نشان داد معلوم میشود که ماده‌ی مورد آزمایش تاچه حد خاصیت رادیو آکتیویته دارد.

عایق . اجسامیکه نمیتوانند برق را ازخود عبوردهند و در حقیقت مانع عبورجریانهای معمولی برق هستند، مانند گوگرد، لاستیك، شیشه ، کائوچو، پلاستیك.

عنصر . بکلمه‌ی جسم ساده مراجعه شود.

فرکانس . بکلمه‌ی تناوب مراجعه شود.

فعل و انفعالات شیمیائی. ترکیب شدن دو یا چند جسم با یکدیگر بطوری که باتم موادیکه وارد فعل وانفعال میشود آسیبی نرسد .

فعل و انفعال هسته ای . ۱ ــ تبدیل عنصری بعناصر سبك‌تر ازخــود در اثــر انفجارهای اتمی مانند فعل وانفعال اورانیوم . ۲ ــ ترکیب دو یاچندعنصر سبك و تولیدیك عنصر سنگین‌تر مانند ترکیب ایدرژن معمولی باایدرژن سه وزن (تریتیوم) برای تولیدهلیوم . ۳ــ وارد کردن یك یاچند نوترون بهسته‌ی یك اتم وایجاد ایزوتوپهای مصنوعی مانند

تهیه کربن ۱۳و۱٤ از کربن ۱۲ . چنانکه ملاحظه میشود درفعل و انفعالات هستهای خود اتم موردحمله قرارمیگیرد و سازمان اتمی بهم میخورد.

فعل و انفعال زنجیری . یك نوع فعل و انفعال اتمی که انفجار یك اتم باتمهای مجاور سرایت کرده و بهمین طریق عمل پیش برود ودرمدت فوق‌العاده کوتاهی تمام‌مادهی‌مورد آزمایش یکباره منفجرشود . مانند فعل وانفعال‌زنجیری U۲۳۵ .

فوت. پا

قطب ۱ ـ قطب های جغرافیائی زمین که یکی در شمال و دیگری در جنوب‌است ۲ ـ قطب‌مغناطیسی : هریك ازدوانتهای یاك مغناطیس را قطب گویند . یکی‌از دوقطب کـه همیشه بطرف شمال زمین میایستد قطب‌شمال وقطب دیگررا قطب‌جنوب مینامند ۳ ـ قطب پیل : دومحلیکه مخصوص‌اتصال سیم به‌پیل الکتریکی میباشد . هرپیل دارای یك‌قطب مثبت ویك‌قطب منفی‌است .

قرقرهی‌القاءیاقرقرهی‌روهمکورف(Ruhmkorff) دستگاهی که برای تبدیل ولتاژ کم‌جریان متصل بولتاژهای فوق‌العاده زیادبکارمیرود. یك‌قرقرهی القاء خوب میتواند ۱۲ولت جریان متصل را گرفته و جریان‌برقی باولتاژ ٤۰۰۰۰ ولت بما بدهد. بهمین مناسبت‌قرقرهی القاء رابرای‌بکارانداختن‌لولههای کروکس‌و گایسلر که بولتاژهای خیلی‌زیاد احتیاج‌دارند بکارمیبرند .

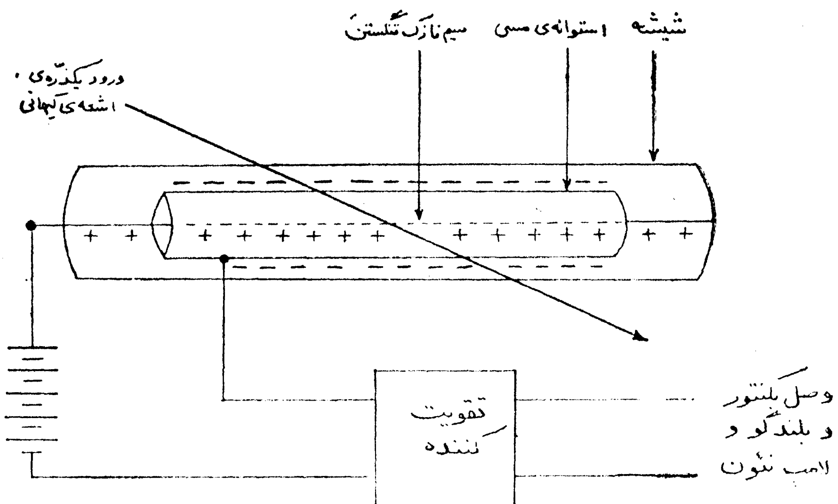
کادمیوم (Cadmium) فلز سفید رنگی که درپیل اتمی برای آهسته کردن وحتی برای‌جلوگیری ازحرکت نوترونها بکارمیرودوباین

وسیله میتوان برمیزان فعل وانفعالات پیل اتمی نظارت کرد.

کربن(Carbon) شبه فلزی کـه بصورت خالص و ترکیب در طبیعت فراوان است . کربن تا میزان ۸۵ درصددر ذغال سنگ‌های خیلی خوب یافت میشود. گرافیت کربن خالص است. الماس هم کربن خالص ومتبلور است .

کریپتون (Krypton) یکی ازعناصر گازی شکل است که درهوا بمیزان فوق العاده کم یافت میشود وفاقدخاصیت ومیل ترکیبی شمیائی است. بهنگام انفجار یك اتم اورانیوم ۲۳۵ یك اتم کریپتون و یك اتم باریوم بدست میآید .

کنتور گایگر مولر (Geiger – Muller) . دستگاهی است که وجود و شدت تابش‌های رادیـو آکتیو و اشعه‌ی کیهانی را نشان میدهد . کنتور گایگر نه تنها در کاوشهای فیزیکی بلکه برای جستجوی معادن فلزات رادیو آکتیو مانند اورانیوم ورادیوم نیز بکارمیرود .ساختمان دستگاه کامل گـایگر مولر بسیار ساده است وازسه قسمت تشکیل شده : ۱ ــ « لوله‌ی حساس» کـه درواقع اصل و اساس دستگاه است . ۲ ــ دستگاه تقویت کننده ۳ــ دستگاه شمارنده (کنتور). لوله‌ی حساس عبارتست ازیك لوله‌ی شیشه‌ای کـه داخل آن دو الکترود نصب شده . یك الکترود عبارتست ازیك لـولـه‌ی فلزی استوانه‌ای شکل . الکترود دیگرسیم نازك **تنگستن** (ازاین سیم های ظریف درون لامپ‌های معمولی برق) است که ازوسط استوانه‌ی فلزی، درامتداد محور استوانه،عبورمیکند. هوای درون لولـه‌ی حساس را بقدری خالی میکنند که فشار آن به ده تا ۵ سانتی متر



جیوه برسد (فشارهوای معمولی درحدود ۷۰ سانتی‌متر جیوه‌است و کمی در نقاط مختلف فرق میکند. در کنار دریا ۷٦ سانتی‌متر است و در تهران ٦٦ سانتی متر) . سیم تنگستن به قطب مثبت واستوانه‌ی فلزی بقطب‌منفی یك مولدبرق‌متصل میشود. وقتی‌یك ذره‌ی سریع‌الحرکت ازتابش‌های رادیو آکتیو یااز اشعه‌ی کیهانی، بلوله‌ی حساس بربخورد ازروپوش شیشه‌ای آن عبورکرده وارد فضای لوله میشود ودراثر برخورد بااتمهای هوای درون‌لوله‌یك‌یا چند الکترون از آنها جدا میکنند واین الکترونهای آزاد شده باسرعت زیادی بطرف سیم‌تنگستن که دارای بارالکتریکی مثبت است بحرکت میافتند. میدانیم‌که جریان الکتریسته چیزی جز حرکت الکترونها نیست ، بنابراین معلوم میشودکه برای مدت فوق‌العاده کوتاهی جریان ضعیفی درون لولهٔ حساس برقرارمیشود. این جریـان ضعیف به قسمت تقویت کننده که دومین قسمت یك

دستگاه کامل گایگرمولر است، میرود ودر آنجاصدها برابر تقویت شده مقدارقابل ملاحظه‌ای میگرددو آنگاه بقسمت شمارنده یعنی کنتورمیرود . این قسمت یك دستگاه دقیق اندازه گیری است و ورود هر ذره‌ی اشعه کیهانی یا تابش رادیوآکتیو راباعددی نشان میدهد(مانند کنتور برقیکه‌درخانه‌هااست). ضمناً علاوه بر کنتور، گوشی یابلند گوئی هم دراین قسمت موجود است که در اثر عبور جریان، یك بانگ مخصوص شبیه‌به«تیك» میکند واگر در ثانیه‌ده ذره‌ی اشعه کیهانی واردستگاه شود ده‌بار«تیك» میکند . ممکن است بجای گوشی یا علاوه بر گوشی یك لامپ نئون نیز دراین قسمت از دستگاه‌بکار برد، بطوریکه در اثرعبورجریان روشن و وقتی‌جریان‌قطع‌شدخاموش‌شود . آنوقت‌اگرده‌ذره‌ی‌اشعه‌ی کیهانی دریك ثانیه‌وارد دستگاه گایگرمولر بشود کنتور این دستگاه عدد ده راشان میدهد ودرضمن بلندگو ده‌بار «تیك» میکندولامپ نئون هم ده‌بار خاموش وروشن میشود .

کندساز یاملایم کننده. جسمی‌است که‌ازسرعت‌حرکت نوترونهامیکاهد . کندسازهای‌معمولی که درپیل و بمب‌اتمی‌بکار میروند آب‌سنگین گرافیت و کادمیوم هستند .

گالن(Gallon). واحد حجم امریکائی و انگلیسی وتقریباً معادل ۳/۸ لیتراست .

افیت. یکنوع کربن‌خالص‌است که‌مغز مدادهای‌معمولی‌را از آن‌میسازند گرافیت یك کندساز نوترونی است واگر ضخامت آن زیاد باشد (حدود ۱/۵ الی دومتر) جلوی حرکت نوترونهارا بکلی میگیرد

و بهمین جهت دردستگاههای اتمی‌هم بعنوان کندساز و هم بعنوان دیوارهٔ‌ی محافظ بکار میرود .

لوله‌ی کروکس (Crookes) . لوله‌های شیشه‌ای‌است که هوای‌درون آن بمیزان فوق‌العاده زیادی تخلیه ودر آن دو یاچند الکترود باشکال مختلف نصب‌شده . این لوله‌ها اولین بارتوسط سرویلیام کروکس (Sir William Crookes) فیزیکدان انگلیسی برای‌مطالعه در باره‌ی چگونگی تخلیه‌ی‌الکتریکی در گازهای کم‌فشارو درخلاء بکار برده شد .

لوله‌ی گایسلر (Geissler) نوع ساده‌تری‌است ازلوله‌ی کروکس که بتوسط گایسلر ، دانشمند آلمانی ساخته شد .

لیتیوم (Lithium) فلزی‌سفیدونقره‌ای فام است.

ملایم کننده . بکلمه‌ی **کندساز** مراجعه شود .

میدان الکترو مغناطیسی . وقتی ازیك سیم‌جریان برق میگذرددفضای اطراف سیم خاصیت مخصوصی‌پیدا میکندوگویند در اطراف سیم یك میدان الکترومغناطیسی ایجادشده.

میدان الکتریکی. فضای اطراف یك جسم باردار .

میدان‌مغناطیسی. فضای اطراف یك مغناطیس .

میل(Mile) معادل ۱۶۰۰ مترتقریباً .

نصف عمر. مدتی است که طول‌میکشد تانصف یك‌مقدار غیر مشخص یك مـاده‌ی رادیـو آکتیو (ناپایدار) تبدیل بماده‌ی غیر رادیو آکتیو (پایدار) شود . مثلا نصف عمر رادیوم ۱۶۰۰ سال است یعنی هر اندازه رادیوم که‌داشته باشیم پس‌از ۱۶۰۰ سال نصف آن بسرب

که ماده‌ی غیر رادیو آکتیوی است تبدیل میشود .

نوترون(Neutron) یکی از اجزاء مشکله‌ی هسته‌ی اتمهااست ودرتمام هسته‌ی اتمها، باستثنای ایدرژن سبك متعارفی وجوددارد . نوترون فاقد هر گونه بارالکتریکی است و دربمبارانهای هسته‌ای بکار میرود واز مؤثرترین گلوله‌های اتمی است .

نئون . عنصر گازی شکلی است که مانند کریپتون بمیزان فوق العاده کم در هوای جو وجوددارد. این جسم فاقد خاصیت شیمیائی است وآنرا درلوله‌هائی نظیر لوله‌ی گایسلر بجای هوا قرارمیدهند و در این صورت این لوله‌ها را لامپ نئون مینامند. در لامپ نئون در اثر تخلیه‌ی الکتریکی نورقرمز مایل بنارنجی تولید میشود. این لوله هارابرای تابلونویسی نیزبکارمیبرند. (تابلوی نورانی بعضی ازمغازه های تهران درشب)

وزن یاسنگینی . میدانیم که زمین بتمام اجسام نیروی جاذبه وارد آورده آنهارا بجانب خودمیکشد وعلت افتادن اجسام بزمین نیزهمین است. مقدارنیروی جاذبه‌ایکه زمین بهرجسمی اثرمیدهد وزن آن جسم میباشد. وقتی مامیگوئیم وزن فلان جسم ٥ کیلو گرم است یعنی زمین با نیروئی مساوی ٥ کیلوگرم آنرا بطرف خود میکشد . هرچه جرم یك جسم بیشترباشد وزن آنهم بیشتراست. هرچه اززمین بالاتر برویم مقدارنیروی جاذبه‌ی زمین یعنی وزن جسم کمتر میشود و برعکس هرچه دراعماق زمین بیشترفرورویم (مثلا درعمق دره‌های عمیق یادرقعراقیانوس‌ها، درقطب های زمین، که فرورفته‌تر ازسایر نقاط زمین‌اند، وزن اجسام زیادترمیشود. پس وزن جسم، یك مقدار

ثابت ومعینی نیست وبستگی بمحل دارد.

وزن اتمی. وزن یك اتم عناصر مختلف، بایکدیگر مساوی نیست. ایدرژن سبك ترین اتمها و کوریوم (عنصر مصنوعی است که ازاورانیوم تهیه میشود) سنگین ترین اتمها است (بعداز کوریوم دوعنصر دیگرهم ساخته‌شده که‌وزن اتمی آنهابطوردقیق معلوم نیست ولی‌ازکوریوم سنگین ترند.) اگروزن اتم اکسیژن را ۱٦ فرض کنیم وزن‌سایر عناصررا نسبت بآن بسنجیم دراینصورت‌وزن اتم ایدرژن تقریباً ۱ (۱/۰۰۸) ووزن کوریوم ۲٤۲ میشود وسایر عناصرهم بهمین‌ترتیب دارای یك‌وزن‌اتمی میشوند که بین ۱ و۲٤۲ واقع است (بجدول وزن‌اتمی درآخر کتاب مراجعه شود).

ولتاژ. بکلمه‌ی اختلاف سطح الکتریکی مراجعه شود.

هادی. جسمی که جریان برق ضعیف یاقوی را بآسانی ازخود عبوردهد. فلزات تماماً هادی‌اند و نقره و مس و آلومینیوم از دیگر فلزات هادی ترند.

هلیوم. عنصر گازی شکل‌بسیار کمیابی است که بمقدارناچیزدرهواوجود دارد (مانند نئون و کریپتون) وفاقدخواص‌شیمیائی است. این‌عنصر بعدازایدرژن‌سبك ترین عناصر میباشد.

هلیون. هسته‌ی‌اتم هلیوم که شامل دوپروتون ودونوترون است. دانه‌های هلیون اشعه‌آلفارا تشکیل میدهند.

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی

(شماره‌ی اتمی عبارتست از تعداد پروتونهای موجود در هسته‌ی هر اتم)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر		علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
١	ایدرژن	Hydrogen	H	١			
٢	هلیوم	Helium	He	٤			+
٣	لیتیوم	Lithium	Li	٧	+		
٤	بریلیوم یا گلوسینیوم	Beryllium Glucinum	Be	٩	+		
٥	بر	Boron	B	١٠/٨	+		
٦	کربن	Carbon	C	١٢		+	
٧	ازت یا نیتروژن	Nitrogen	N	١٤		+	
٨	اکسیژن	Oxygen	O	١٦		+	
٩	فلوئور	Fluorine	F	١٩		+	
١٠	نئون	Neon	N	٢٠/٢			+
١١	سدیوم	Sodium	Na	٢٣	+		
١٢	منیزیوم	Magnesium	Mg	٢٤/٣	+		
١٣	آلومینیوم	Aluminium	Al	٢٧	+		
١٤	سیلیسیوم	Silicon	Si	٢٨		+	
١٥	فسفر	Phosphorus	P	٣١		+	
١٦	گوگرد	Sulfur	S	٣٢		+	
١٧	کلور	Chlorine	Cl	٣٥/٥		+	
١٨	آرگون	Argon	A	٤٠			+
١٩	پتاسیوم	Potassium	K	٣٩	+		
٢٠	کلسیوم	Calcium	Ca	٤٠	+		
٢١	سکاندیوم	Scandium	Sc	٤٥	+		
٢٢	تیتان	Titanium	Ti	٤٨	+		
٢٣	وانادیوم	Vanadium	V	٥١	+		
٢٤	کروم	Chromium	Cr	٥٢	+		
٢٥	منگانز	Manganese	Mn	٥٥	+		
٢٦	آهن	Fer	Fe	٥٦	+		
٢٧	کوبالت	Cobalt	Co	٥٩	+		
٢٨	نیکل	Nickel	Ni	٥٨/٧	+		
٢٩	مس	Copper	Cu	٦٣/٥	+		
٣٠	روی	Zinc	Zn	٦٥/٥	+		

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی‌اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
٣١	گالیوم Gallium	Ga	٦٩/٧	+		
٣٢	ژرمنیوم Germanium	Ge	٧٢/٥	+		
٣٣	ارسنیک Arsenic	As	٧٥		+	
٣٤	سلینوم Selenium	Se	٧٩		+	
٣٥	برم Bromine	Br	٨٠		+	
٣٦	کریپتون Krypton	Kr	٨٣/٧			+
٣٧	روبیدیوم Rubidium	Rb	٨٥/٥	+		
٣٨	استرونسیوم Strontium	Sr	٨٧/٥	+		
٣٩	ایتریوم Ytterium	Y	٩٠	+		
٤٠	زیرکونیوم Zirconium	Zr	٩١	+		
٤١	نیوبیوم Niobium	Nb	٩٣	+		
٤٢	مولیبدن Molybdenum	Mo	٩٦	+		
٤٣	تکنیسیوم Technetium	Tc	٩٩	+		
٤٤	روتنیوم Ruthenium	Ru	١٠١/٧	+		
٤٥	رودیوم Rhodium	Rh	١٠٣	+		
٤٦	پالادیوم Palladium	Pd	١٠٦/٧	+		
٤٧	نقره Argent (Silver)	Ag	١٠٨	+		
٤٨	کادمیوم Cadmium	Cd	١١٢/٥	+		
٤٩	اندیوم Indium	In	١١٤/٨	+		
٥٠	قلع Tin	Sn	١١٨/٧	+		
٥١	آنتی‌موآن Antimony	Sb	١٢١/٨	+		
٥٢	تلور Tellurium	Te	١٢٧/٥		+	
٥٣	ایود (ید) Iodine	I	١١٧		+	
٥٤	گزنون Xenon	Xe	١٣١/٣			+
٥٥	سزیوم Cesium	Cs	١٣٣	+		
٥٦	باریوم Barium	Ba	١٣٧/٤	+		
٥٧	لانتان Lanthanum	La	١٣٨/٩	+		
٥٨	سریوم Cerium	Ce	١٤٠/١	+		
٥٩	پرازئودیم Praseodymium	Pr	١٥٠	+		
٦٠	نئودیم Neodymium	Na	١٤٤/٣	+		

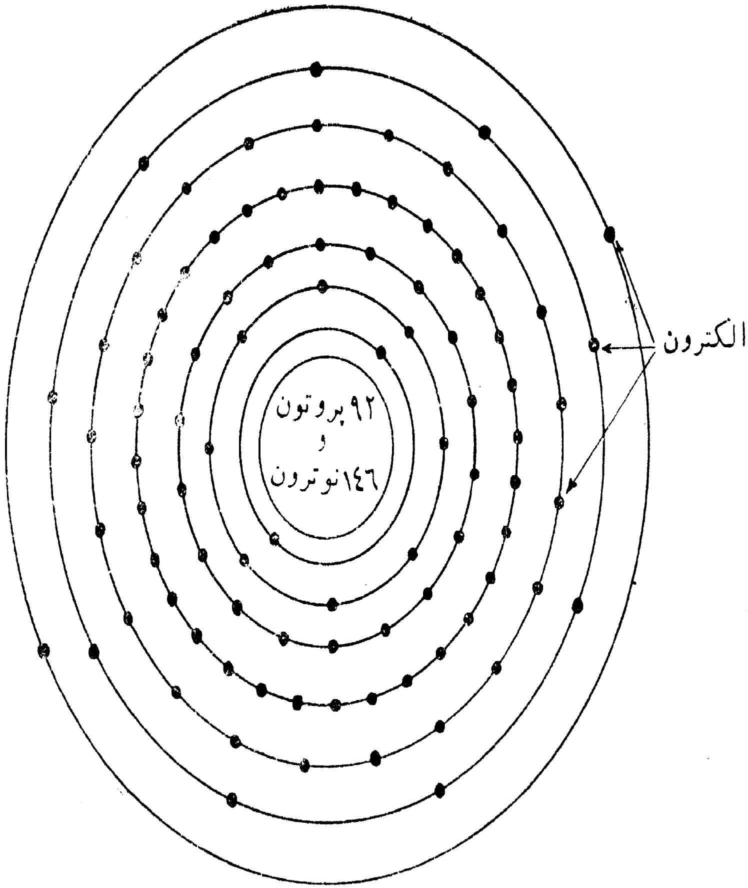
آزمایشهای اتمی برای همه

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
۶۱	پرومتیوم Promethium	Pm	۱۴۷	+		
۶۲	ساماریوم Samarium	Sm	۱۵۰/۵	+		
۶۳	اوروپیوم Europium	Eu	۱۵۲	+		
۶۴	گادولین Gadolinium	Gd	۱۵۷	+		
۶۵	تربیوم Terbium	Tb	۱۵۹/۱	+		
۶۶	دیسپروزیوم Dysprosium	Dy	۱۶۲/۵	+		
۶۷	هولمیوم Holmium	Ho	۱۶۵	+		
۶۸	اربیوم Erbium	Er	۱۶۷/۲	+		
۶۹	تولیوم Thulium	Tm	۱۶۹/۵	+		
۷۰	ایتربیوم Ytterbium	Yb	۱۷۳	+		
۷۱	لوتسیوم Lutetium	Lu	۱۷۵	+		
۷۲	هفمیوم Hafmium	Hf	۱۷۸/۵	+		
۷۳	تانتال Tantal	Ta	۱۸۱	+		
۷۴	ولفرام (تنگستن) Wolfram (Tungsten)	W	۱۸۴	+		
۷۵	رنیوم Rhenium	Re	۱۸۶/۳	+		
۷۶	اسمیوم Osmium	Os	۱۹۵/۲	+		
۷۷	ایریدیوم Iridium	Ir	۱۹۳	+		
۷۸	پلاتین (طلای سفید) Platinum	Pt	۱۹۵/۲	+		
۷۹	طلا Gold (Aurum)	Au	۱۹۷/۲	+		
۸۰	جیوه Mercury	Hg	۲۰۰/۵	+		
۸۱	تالیوم Thallium	Tl	۲۰۴/۵	+		
۸۲	سرب Lead (Plomb)	Pb	۲۰۷/۲	+		
۸۳	بیسموت Bismuth	Bi	۲۰۹	+		
۸۴	پولونیوم Polonium	Po	۲۱۰	+		
۸۵	آستاتین Astatine	At	۲۱۱		+	
۸۶	رادون Radon	Rn	۲۲۲			+
۸۷	فرانسیوم Francium	Fr	۲۲۳	+		
۸۸	رادیوم Radium	Ra	۲۲۶	+		
۸۹	اکتی نیوم Actinium	Ac	۲۲۷	+		
۹۰	توریوم Thorium	Th	۲۳۲	+		

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عناصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیائی)
۹۱	پروتاکتینیوم Protactinum	Pa	۲۳۱	+		
۹۲	اورانیوم Uranium	U	۲۳۸	+		
۹۳	نپتونیوم Neptunium	Np	۲۳۷	+		
۹۴	پلوتونیوم Plutonium	Pu	۲۳۹	+		
۹۵	امریسیوم Americium	Am	۲۴۱	+		
۹۶	کوریوم Curium	Cm	۲۴۲	+		
۹۷	برکلیوم Berkelium	Bk	?	+		
۹۸	کالیفرنیوم Californium	Cf	?	+		



تصویر فرضی اتم اورانیوم ۲۳۸

عده الکترونها	۹۲
عده پروتونها	۹۲
عده نوترونها	۱٤٦
جرم اتمی	۲۳۸

فهرست اشکال

(شکل ۱۳) نمایش عبور الکتریسیته از یك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا .

(شکل ۱٤) آزمایش بایك لوله‌ی گایسلر جدید.

(شکل ۱۵) الکترونهائیکه ازیك‌لوله‌ی شیشه‌ای خالی ازهوا عبور میکنند بوسیله‌ی یك آهنربا ازمسیرشان منحرف میشوند.

(شکل ۱٦) سایه‌انداختن ذرات بارداردریك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا .

(شکل ۱۷) منحرف ساختن‌ذرات باردار بوسیله‌ی یك‌صفحه‌ی‌فلزی بارداردریك‌لوله‌ی شیشه‌ای خالی ازهوا .

(شکل ۱۸) نمایش عبورالکترونهای سریع‌السیر (باولتاژزیاد) از ورقه‌ی نازك آلومینیوم.

(شکل ۱۹) تصویرفرضی الکترون، پروترن ونوترون

(شکل ۲۰) چگونگی گردش الکترونها بدورهسته‌ی یك‌اتم

(شکل ۲۱) چگونگی جمع شدن نوترونها و پروتونهادر هسته‌ی اتم ها .

(شکل ۲۲) نمایش اساس فعل وانفعال زنجیری.

(شکل ۲۳) تصویرفرضی یك‌اتم اورانیوم ۲۳۸

(شکل ۲٤) ساختمان اتم‌ایدرژن‌ودوایزوتوپ $H_۲$ و $H_۳$ آن‌و کربن ۱۲،۱۳و۱٤!

(شکل ۲۵) نقشه‌ی یك سپینتاریسکوپ ساده‌ی دست‌ساز.

(شکل ۲٦) عکس‌سپینتاریسکوپی که‌درشکل ۲۵ جزئیات آن‌ملاحظه میشود.

فهرست مندرجات

غلطنامه

صحیح	غلط	سطر	صفحه
شکل ۱۱	شکل ۱۰	۱۰	۳٤
آخر	اول	٤ (زیر شکل)	٤۳
بقسمی	بقسی	۷	٤٦
انرژی	انرچی	٥ (پاورقی)	۷۱
کوره	کوده	۱٦	۹۱
مورد	مور	٥	۹۳
ویلسون(۱۱۲)	ویلسون	۱۲	۹٥
بروکهیون(۱۱۳)	بروك هیون	۸	۹٦
(شکل ۲۷)	(بشکل۲۷)	۱٤	۹۷
And	Ond	۱ (پاورقی)	۹۷
مایع	مابع	٤ (پاورقی)	۱۰۰
فراوانند	فروانند	۷	۱۰۱
Geiger- Muller	Gelger - Muller	۱ (پاروقی)	۱۰٥
	(۱) زائداست	۱	۱۰٦
ضعف	ضعیف	۳	۱۰۷
ایندو الکترود	ایندن الکترور	۳ (زیر شکل)	۱۰۷
کونتور	گونتی	٥ (زیر شکل)	۱۰۷
دوالکترود	الکترود	۸	۱۰۸
آنرا	آنر	۲	۱۰۹
تعیین	تعین	۱٥	۱۱۹
الکتریسیته	الکترسیته	۳	۱۲۰
منظور	منطور	۱ (پاورقی)	۱۲۰
تغییری	تغیری	سطر آخر	۱۲۸
(شکل ۳٤)	(شکل۱۳٤)	۱٤	۱۳٦
اورانیوم ۲۳٥	۲۳٥	۳ (پاورقی)	۱٤۳
انرژی	انررژی	٥	۱٥٦
دنیا	دینا	۷	۱٥٦
تریتیوم	تریتوم	۱۷	۱٥۷
هادی	هادی ای	۲۰	۱٦٤
Glucinium گلوسینیوم	Qlucinium گلوسینیوم	۱۰	۱٦۸

غلطنامه

صفحه	سطر	غلط	صحیح
٣٤	١٠	شکل ١٠	شکل ١١
٤٣	٤ (زیر شکل)	اول	آخر
٤٦	٧	بقسی	بقسمی
٧١	٥ (پاورقی)	انرچی	انرژی
٩١	١٦	کوده	کوره
٩٣	٥	مور	مورد
٩٥	١٢	ویلسون	ویلسون(١١٢)
٩٦	٨	بروك هیون	بروك‌هیون(١١٣)
٩٧	١٤	(بشکل٢٧)	(شکل ٢٧)
٩٧	١ (پاورقی)	Ond	And
١٠٠	٤ (پاورقی)	مابع	مایع
١٠١	٧	فروانند	فراوانند
١٠٥	١ (پاروقی)	Gelger - Muller	Geiger- Muller
١٠٦	١	(١) زائداست	
١٠٧	٣	ضعیف	ضعف
١٠٧	٣ (زیر شکل)	ایندن الکترور	ایندو الکترود
١٠٧	٥ (زیر شکل)	گونتی	کونتور
١٠٨	٨	الکترود	دوالکترود
١٠٩	٢	آنر	آنرا
١١٩	١٥	تعین	تعیین
١٢٠	٣	الکترسیته	الکتریسیته
١٢٠	١ (پاورقی)	منطور	منظور
١٢٨	سطر آخر	تغیری	تغییری
١٣١	١٤	(شکل١٣٤)	(شکل ٣٤)
١٤٣	٣ (پاورقی)	٢٣٥	اورانیوم ٢٣٥
١٥٦	٥	انررژی	انرژی
١٥٦	٧	دینا	دنیا
١٥٧	١٧	تریتیوم	تریتیوم
١٦٤	٢٠	هادی ای	هادی
١٦٨	١٠	Qluciniumکلوسینیوم	Gluciniumکلوسینیوم